

Opravdanost izvedbe kružnog raskrižja sa stajališta sigurnosti prometa

Klak, Helena

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:417269>

Rights / Prava: [In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Helena Klak

OPRAVDANOST IZVEDBE KRUŽNOG
RASKRIŽJA SA STALIŠTA SIGURNOSTI
PROMETA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 17. ožujka 2020.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**
Predmet: **Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5561

Pristupnik: **Helena Klak (0135251432)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Opravidanost izvedbe kružnog raskrižja sa stajališta sigurnosti prometa**

Opis zadatka:

Zadatak završnog rada je analizirati učinkovitosti kružnih raskrižja sa stajališta sigurnosti u cestovnom prometu. U radu je potrebno opisati kružna raskrižja, navesti podjelu kružnih raskrižja te analizirati uređenje kružnih raskrižja pomoću opreme i signalizacije i objasniti njihovu ulogu u sigurnosti cestovnog prometa. Budući da je sigurnost najvažniji čimbenik u prometu potrebno je opisati i analizirati načine planiranja i projektiranja kružnih raskrižja. Također, potrebno je opisati na koje se načine može postići sigurnost prometa na kružnim raskrižjima. Na završetku završnog rada, potrebno je donijeti zaključak i navesti razloge primjene kružnih raskrižja u svrhu povećane sigurnosti cestovnog prometa i uz to navesti prednosti i nedostatke izvedbe kružnih raskrižja.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

prof. dr. sc. Grgo Luburić

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

OPRAVDANOST IZVEDBE KRUŽNOG RASKRIŽJA SA
STAJALIŠTA SIGURNOSTI PROMETA

JUSTIFICATION FOR IMPLEMENTATION OF A
ROUNDAABOUT FROM A TRAFFIC SAFETY STANDPOINT

Mentor: Prof. dr. sc. Grgo Luburić

Student: Helena Klak

JMBAG: 0135251432

Zagreb, rujan 2020.

OPRAVDANOST IZVEDBE KRUŽNOG RASKRIŽJA SA STAJALIŠTA SIGURNOSTI PROMETA

SAŽETAK

Primjena raskrižja s kružnim tokom traje od početka XIX. stoljeća. Kao i u europskim zemljama tako i u Hrvatskoj izgradnja kružnog raskrižja dobiva sve veću važnost zbog mnogih prednosti, a razlog tome je mogućnost smanjenje broja konfliktnih točaka pri velikom prometu u gradovima. Zadatak ovog završnog rada je analizirati učinkovitosti kružnih raskrižja sa stajališta sigurnosti u cestovnom prometu. Pomoću navedenih projektno – oblikovnih elemenata osim što se izrađuje okvirni izgled raskrižja s kružnim tokom također doprinose i povećanju propusne moć kroz raskrižje kao i povećanju sigurnosti prometa. Pod glavne karakteristike kružnog raskrižja spadaju odvijanje prometa u suprotnom smjeru od kazaljke na satu, spajanje tri ili više privoza te smanjenje već spomenutih konfliktnih točaka uz povećanje sigurnosti prometa.

KLJUČNE RIJEČI: raskrižje s kružnim tokom; sigurnost; propusnost; privoz

SUMMARY

The application of roundabouts has been going on since the beginning of the 19th century. century. As in European countries, the construction of a roundabout is becoming increasingly important in Croatia due to its many advantages, and the reason for this is the possibility of reducing the number of points of conflict in heavy urban traffic. The task of this final paper is to analyze the efficiency of roundabouts from the point of view of road safety. With the help of the mentioned design and design elements, in addition to creating the approximate appearance of the roundabout, they also contribute to the increase of the throughput through the intersection as well as to the increase of traffic safety. The main characteristics of the roundabout include the movement of traffic in a counterclockwise direction, the connection of three or more approaches and the reduction of the already mentioned points of conflict while increasing traffic safety.

KEY WORDS: roundabouts; safety; road capacity; driveway

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OPĆENITO O KRUŽNIM RASKRIŽJIMA	2
2.1. POVIJESNI RAZVOJ KRUŽNOG RASKRIŽJA	2
2.2. KARAKTERISTIKE KRUŽNIH RASKRIŽJA	3
2.3. PODJELA KRUŽNIH RASKRIŽJA	3
2.3.1. PODJELA PO LOKACIJI I VELIČINI.....	4
2.3.2. PODJELA PO BROJU PRIVOZA I PROMETNIH TRAKOVA	5
2.3.3. PODJELA S OBZIROM NA NAMJENU	5
3. UREĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA – OPREMA I SIGNALIZACIJA	6
3.1. SIGNALIZACIJA KRUŽNIH RASKRIŽJA	6
3.1.1. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA KRUŽNIM RASKRIŽJIMA IZVAN NASELJA.....	7
3.1.2. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA KRUŽNIM RASKRIŽJIMA U NASELJU.....	9
3.1.3. VOĐENJE PROMETA KROZ RASKRIŽJE S KRUŽNIM TOKOM	11
3.2. OPREMA KRUŽNIH RASKRIŽJA	12
3.2.1. RAZDJELNI OTOK	13
3.2.2. PRIJELAZI ZA PJEŠAKE I BICIKLISTE	15
3.2.3. CESTOVNI RUBNJACI.....	16
3.2.4. RASVJETA.....	17
3.2.5. PROVOZNI DIO SREDIŠNJEG OTOKA	18
3.3. UREĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA	19
3.3.1. KRAJOBRAZNO UREĐENJE	19
3.3.2. UREĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA OBJEKTIMA/GRAĐEVINAMA	21
4. PLANIRANJE I PROJEKTIRANJE KRUŽNIH RASKRIŽJA	23
4.1. KRITERIJI ZA IZVOĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA	23

4.2.	PROJEKTNO – OBLIKOVNI ELEMENTI	24
4.2.1.	KRUŽNI KOLNIK	25
4.2.2.	KRUŽNI OTOK.....	27
4.2.3.	PRIVOZI	27
4.3.	PROPUSNA MOĆ CESTE	28
4.3.1.	AUSTRALSKA METODA	30
4.3.2.	AUSTRIJSKA METODA.....	31
5.	SIGURNOST PROMETA NA KRUŽNIM RASKRIŽJIMA	32
5.1.	SIGURNOST MOTORIZIRANOG PROMETA	34
5.2.	SIGURNOST NEMOTORIZIRANOG PROMETA.....	34
5.3.	OSIGURANJE PREGLEDNOSTI KRUŽNOG RASKRIŽJA.....	37
5.3.1.	ČELNA PREGLEDNOST NA ULAZU U KRUŽNO RASKRIŽJE	37
5.3.2.	PREGLEDNOST ULJEVO	38
5.3.3.	PREGLEDNOST NA KRUŽNOM KOLNIKU	39
5.3.4.	PREGLEDNOST DO PJEŠAČKOG PRIJELAZA	39
6.	RAZLOZI PRIMJENE KRUŽNIH RASKRIŽJA U SVRHU POVEĆANE SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA.....	40
7.	ZAKLJUČAK	42
	LITERATURA.....	43
	POPIS SLIKA	44
	POPIS TABLICA.....	44

1. UVOD

Kružno raskrižje ili tzv. raskrižje s kružnim tokom pruža mnogobrojne operativne, sigurnosne i druge prednosti u odnosu na ostale vrste raskrižja te također je poželjno rješenje za velika raskrižja. Budući da je sigurnost najvažniji čimbenik u prometu u ovom završnom radu cilj je opisati i analizirati načine planiranja i projektiranja kružnih raskrižja. Rad je podijeljen u 7 cjelina:

1. Uvod
2. Općenito o kružnim raskrižjima
3. Uređenje kružnih raskrižja – oprema i signalizacija
4. Planiranje i projektiranje kružnih raskrižja
5. Sigurnost prometa na kružnim raskrižjima
6. Razlozi primjene kružnih raskrižja u svrhu povećane sigurnosti cestovnog prometa
7. Zaključak

U drugom poglavlju rada definirano je kružno raskrižje i njegov povijesni razvoj, navedene su njegove karakteristike te podjele kružnih raskrižja.

Treće poglavlje navodi uređenje kružnih raskrižja pomoću opreme i signalizacije. Opisani su načini opremanja kružnog raskrižja pomoću prometne signalizacije, postavljanje opreme i rasvjete kao i uređenje okolice kružnog raskrižja.

U četvrtom poglavlju analizirano je projektiranje raskrižja s kružnim tokom koje se provodi pomoću glavnih elemenata raskrižja. Navode se kriteriji za izvedu kružnih raskrižja i ističe se važnost propusne moći ceste koja je bitna za planiranje kružnog raskrižja.

Peto poglavlje opisuje ulogu kružnog raskrižja na sigurnosti nemotoriziranih i motoriziranih sudionika u prometu na raskrižju. Navode se na koje se načine može povećati sigurnost prometa i elemente koji utječu na to povećanje sigurnosti.

Na završetku završnog rada navedeni su razlozi primjene kružnih raskrižja u svrhu povećanja sigurnosti cestovnog prometa. Navedeni su prednosti i nedostaci primjene kružnih raskrižja u odnosu na klasična raskrižja

2. OPĆENITO O KRUŽNIM RASKRIŽJIMA

Prema suvremenoj definiciji, raskrižje s kružnim tokom se može definirati kao prometna građevina, gdje je kretanje vozila određeno središnjim kružnim otokom i kružnim kolnikom te privozima s razdjelnim otocima i s prometnim znakovima¹. Kružno raskrižje se može definirati i kao raskrižje kružnog oblika na kojemu se promet odvija u suprotnom smjeru od kazaljke na satu i koje sadrži ne provozni, u cijelosti provozni ili djelomično provozni središnji otok te kružni prometni kolnik na koji se vežu tri ili više privoza odnosno priključnih cesta.

2.1. POVIJESNI RAZVOJ KRUŽNOG RASKRIŽJA

Početkom XX. stoljeća, prije nego što su dominirala motorna vozila, kao oblikovno sigurnosni element pojavilo se raskrižje s kružnim tokom odnosno kružno raskrižje. Francuski arhitekt Eugène Hénard 1903. godine predložio je kružno kretanje za veći gušći promet u središtima velikih gradova, a raskrižje s kružnim tokom prvi puta se pojavilo 1905. godine u New Yorku na lokalitetu Columbus Circle.

Do pedesetih godina prošlog stoljeća oblik raskrižja s kružnim tokom nisu imala neki poseban značaj i ulogu u prometu cestovnim putem. Ta promjena nastala je uvođenjem pravila da vozila unutar kružnog raskrižja imaju prednost u odnosu na nadolazeća vozila u tzv. kružni tok. Nakon uvođenja tog pravila razvoju kružnih raskrižja dato je sve veće značenje te se procjenjuje da 1999./2000. godine u svijetu je bilo izgrađeno trideset i pet tisuća raskrižja s kružnim tokom, od čega se u Francuskoj izgradilo dvanaest tisuća.

Uz postepeni prirast izgradnje kružnih raskrižja, posebno u tranzicijskim zemalja, procjenjuje se da 2010. godine u svijetu bilo je izgrađeno 40 000 – 45 000 raskrižja s kružnim tokom. Osim Francuske, Nizozemska s oko tri i pol tisuće kružnih raskrižja i Velika Britanije ističu se po broju izgrađenih raskrižja s kružnim tokom. Europske zemlje Švicarska, Švedska, Finska, Njemačka, Austrija i Danska također su u prirastu izgrađuje i primjenjivanja kružnih raskrižja. U Hrvatskoj je danas u uporabi više od 200 raskrižja s kružnim tokom.

¹ Legac I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.87

2.2. KARAKTERISTIKE KRUŽNIH RASKRIŽJA

Raskrižje s kružnim tokom smatra se kao posebni oblik raskrižja u razini (RUR), a karakterizira ih općenito kružni oblik i geometrijske značajke s kojim se stvara okruženje s malim brzinama i primjenjuju se kao raskrižja bez semafora izvan i unutar naselja. Na takvim raskrižjima promet se odvija:

1. na kružnom kolniku s jednom ili dvije prometne trake
2. s jednim do dva prometna traka na privozu koja su postavljena što okomitije na ulazu u raskrižje s kružnim tokom
3. s reguliranom prednošću prolaska kružnog prometnog toka koji se odvija u suprotnom smjeru od kazaljke na satu.

Posebnosti po kojima se raskrižja s kružnim tokom razlikuju u odnosu na klasična raskrižja u razini su sljedeća:

- na javnim cestama, a naročito u naseljima, raskrižja s kružnim tokom omogućuju vožnju manjim brzinama i s velikim skretnim kutem prednjih kotača;
- kružna raskrižja su raskrižja s kombinacijama neprekinutog i prekinutog prometnog toka;
- u slučaju slobodnog kružnog toka, vozilo pri ulasku u kružno raskrižje ne treba se zaustavljati, već može smanjenom brzinom ući u kružni tok;
- u odnosu na vozila koja se nalaze na privozima/prilazima kružnog raskrižja prvenstvo prolaska imaju vozila koja su u kružnom toku, jer ovdje ne vrijedi „pravilo desnoga“;
- za bicikliste i pješake vrijede ista pravila kao i za druge oblike raskrižja u razini;
- kod kružnih raskrižja zabranjena je vožnja unatrag
- tijekom vožnje, drugim vozilima je dopušteno koristiti prošireni dio kružnog kolničkog traka

2.3. PODJELA KRUŽNIH RASKRIŽJA

Raskrižja s kružnim tokom dijele se na više kriterija od kojih je uobičajena podjela po lokaciji i veličini, po broju privoza i prometnih trakova, s obzirom na namjenu i svrhu i slično ili tzv. povozni dio središnjeg otoka.

2.3.1. PODJELA PO LOKACIJI I VELIČINI

Kružna raskrižja s obzirom na lokaciju i veličinu prometa koja se na tim raskrižjima odvija čine širu podjelu te se mogu svrstati u dvije grupe, a one su:

- I. kružna raskrižja u naselju (urbana raskrižja)
 - a) mini kružna raskrižja
 - b) mala kružna raskrižja
 - c) srednje velika kružna raskrižja
- II. kružna raskrižja izvan naselja (raskrižja na javnim cestama)
 - a) srednje velika kružna raskrižja
 - b) srednje velika dvotračna kružna raskrižja
 - c) velika kružna raskrižja.

➤ Kružna raskrižja u naselju

- a) *Mini kružna raskrižja* – izvode se u gušće izgrađenim urbanim sredinama s glavnim ciljem smirivanja prometnog toka. Brzina vožnje u raskrižju (V_k) iznosi $V_k \leq 25$ km/h, a vanjski promjer (D_v) ovog raskrižja iznosi $D_v \leq 26$ m. Razdjelni otoci su izvedeni kao montažni, a pješaci i biciklisti se nalaze izvan prometne plohe raskrižja. Zbog veće propusne moći, puno većeg stupanja sigurnosti sudionika u prometu i male troškove izvedbe predstavljaju visoko konkurentno rješenje.
- b) *Mala kružna raskrižja* – primjenjuju se samo u urbanim sredinama te su preporučljiva na prilazu odnosno na ulazu u naselje, na mjestima gdje se mijenjaju karakteristike ceste i gdje je smanjenje dopuštene brzine. Brzina vožnje u takvom raskrižju iznosi ispod 30 km/h, očekivana propusna moć iznosi oko 15 000 voz/dan i vanjski promjer raskrižja je u vrijednostima od 22 do 35 m.
- c) *Srednje velika kružna raskrižja* – izgrađuju se na jače prometno opterećenim prigradskim i gradskim čvorištima na kojima oblikovni elementi omogućavaju brzine u raskrižju do 40 km/h. Kao i kod mini kružnog raskrižja, promet biciklista i pješaka se odvija izvan kolnika na posebnim površinama. Vanjski promjer ovog raskrižja se izvodi u vrijednostima od 35 do 45 m.

➤ Kružna raskrižja izvan naselja

- a) *Srednje velika kružna raskrižja* – primjenjuju se na raskrižjima kod kojih se postižu velike brzine uz koje je smanjena sigurnost odvijanja prometnog toka i gdje se ne očekuje veći promet pješaka i biciklista. Izgrađena su tako da omogućuju dobru propusnost koja iznosi do 22 000 voz/dan i brzinu ulaska u raskrižje do 40 km/h, a biciklistički promet je vođen izdvojenim biciklističkim stazama. Vanjski promjer ovog raskrižja se izvodi u vrijednostima od 35 do 45 m.
- b) *Srednje velika dvotračna kružna raskrižja* – izvode se izvan naselja na raskrižjima velikih prometnih opterećenja i u rijetkim slučajevima na rubnim dijelovima naselja. Vanjski promjer ovakvog raskrižja iznosi od 50 do 90 m.
- c) *Velika kružna raskrižja* – izgrađuju se u iznimnim slučajevima kao što su to ceste velikog učinka, odnosno na križanjima autocesta i brzih cesta te cesta 1. razreda. Promet pješaka i biciklista odvija se odvojeno te nije element ovakvog kružnog raskrižja. Vanjski promjer velikih kružnih raskrižja je veći od 90 m.

2.3.2. PODJELA PO BROJU PRIVOZA I PROMETNIH TRAKOVA

Pri izgradnji raskrižja s kružnim tokom, broj prometnih trakova unutar kružnog raskrižja mora biti jednak ili veći od broja trakova na ulazima i izlazima privoza. Kružna raskrižja s obzirom na broj prometnih trakova u kružnom toku, dijele se na:

- jednotračna
- dvotračna.

Podjela kružnih raskrižja prema broju privoza dijeli se na:

- kružna raskrižja s tri privoza (tzv. trokraka)
- kružna raskrižja s četiri i više privoza

2.3.3. PODJELA S OBZIROM NA NAMJENU

Raskrižja s kružnim tokom prema namjeni se dijele na tri skupine:

- raskrižja za smirivanje prometa (u naseljima i prilaznim područjima)
- raskrižja za ograničavanje prometa (u naseljima)
- raskrižja za postizanje veće propusne moći uz sigurnost prometa (izvan naselja).²

² Legac I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.91

3. UREĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA – OPREMA I SIGNALIZACIJA

Prema oblikovnim i prometno – provedbenih osobnosti raskrižja s kružnim tokom, njihovo uređenje i opremanje provodi se na poseban način. Kako bi se na kružnom raskrižju postigao najviši stupanj sigurnosti i propusnosti prometnog toka, prometni režim i oblikovna svojstva tog raskrižja moraju biti usklađeni. Kako bi se to postiglo potrebna je prometna oprema koja najizravnije utječe na propusnost i sigurnost prometa. Prometna oprema raskrižja u širem smislu dijeli se na:

- rasvjetu
- prometne znakove
- signalizaciju
- opremu na cesti
- krajobrazno (hortikulturno) uređenje
- ostalu opremu.

Signalizacija, oprema i prometni znakovi postavljaju se na temelju ovjerenog prometnog projekta te moraju biti usuglašeni s važećim normativima. Prometne oznake unutar i ispred raskrižja s kružnim tokom imaju zadaću da naznače i reguliraju:

- umirivanje prometnog toka
- priprema za kružni tok (bez polaznog i lijevog skretanja)
- pravovremenu pripremu usmjeravanje na izlaz iz kružnog toka.³

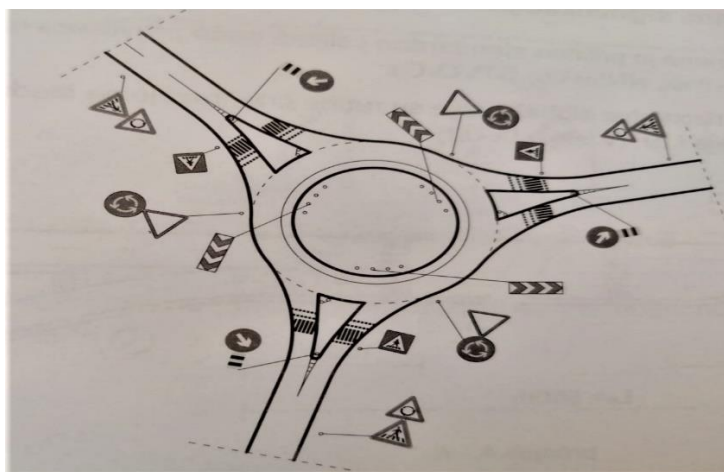
3.1. SIGNALIZACIJA KRUŽNIH RASKRIŽJA

Signalizacija je ključni element u prometu koja je preduvjet za uspješno odvijanje i sigurnost prometa u raskrižju. Uz pomoć signalizacije, sudionici u prometu pravovremeno uočavaju opasnost, postupaju prema obvezama i zabranama te su pravovremeno upozoreni ili obaviješteni o važnim detaljima za sigurno sudjelovanje u prometu. Prometna signalizacija olakšava sudionicima prometa prolazak kroz kružno raskrižje odnosno pomoću odgovarajuće signalizacije sudionik u prometu odabire željeni smjer i put kretanja, prilagođava svoje ponašanje i poduzima odgovarajuće radnje u tom prometu. Posebno se treba voditi računa o tome da se prometna signalizacija kod kružnih raskrižja postavlja tako da je jasna i vidljiva sudionicima u prometu i da pri prolasku kroz kružno raskrižje ne zbunjuje vozače.

³ Legac I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.169

Prometna signalizacija kružnih raskrižja sastoji se od vertikalne i horizontalne signalizacije. Vertikalna signalizacija sastoji se od prometnih znakova i putokaznih ploča, a horizontalna signalizacija sastoji se od oznaka na kolniku. Glavne uloge vertikalne i horizontalne signalizacije su olakšavanje obavljanja prometnih operacija, poboljšanje stupnja sigurnosti, povećanje razine prometne usluge i propusnosti. Putokazne ploče ili znakovi obavijesti za vođenje prometa služe za vođenje prometa, obavješćivanje sudionika o pružanju cestovnih smjerova te imaju ulogu ograničiti dopuštene brzine vožnje te doprinose zabrani pretjecanja u zoni raskrižja.

Broj znakova ovisi o stvarnom stanju na terenu, ali ih ne treba postavljati previše, jer postavljanjem prevelikog broja znakova može se postići suprotan učinak koji će zbunjivati vozače.⁴ Prometna signalizacija kružnih raskrižja postavlja se prema odredbama važećeg Pravilnika koji se naziva Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/05, 64/05, 155/05, 14/11).



Slika 1. Primjer postavljanja vertikalne i horizontalne signalizacije u kružnom raskrižju

Izvor: Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.171

3.1.1. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA KRUŽNIM RASKRIŽJIMA IZVAN NASELJA

Izvan naselja ili izvan – urbano kružno raskrižje nalazi se izvan izgrađenog urbanog prostora gdje nema pješačkog prometa osim eventualno biciklista odnosno raskrižje na kojemu se odvija promet motornih vozila.

⁴ Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.67

Svako kružno raskrižje izvan naselja opremljeno je s ovom vertikalnom signalizacijom odnosno ovim prometnim znakovima (slika 2.):

- znak B01 (raskrižje s cestom s prednošću prolaza) i B62 (kružni tok prometa) na zajedničkom stupu na ulazu u kružno raskrižje, neposredno ispred isprekidane crte zaustavljanja; kod izvan – urbanih kružnih raskrižja preporuka je da se ovi znakovi postave obostrano
- znak B59 (obavezno obilaženje s desne strane) i K06 (ploča za označivanje prometnog otoka) na zajedničkom stupu na vanjskom dijelu razdjelnog otoka (na vrhu otoka u smjeru vožnje)
- znak K09b (prijedlog novog znaka u Pravilniku) označuje središnji otok na izvan urbanim kružnim raskrižjima i postavlja se na ne provoznom dijelu središnjeg otoka u produžetku središnjice voznog traka na uvozu.⁵

Područje približavanja raskrižju s kružnim tokom izvan naselja treba biti označeno:

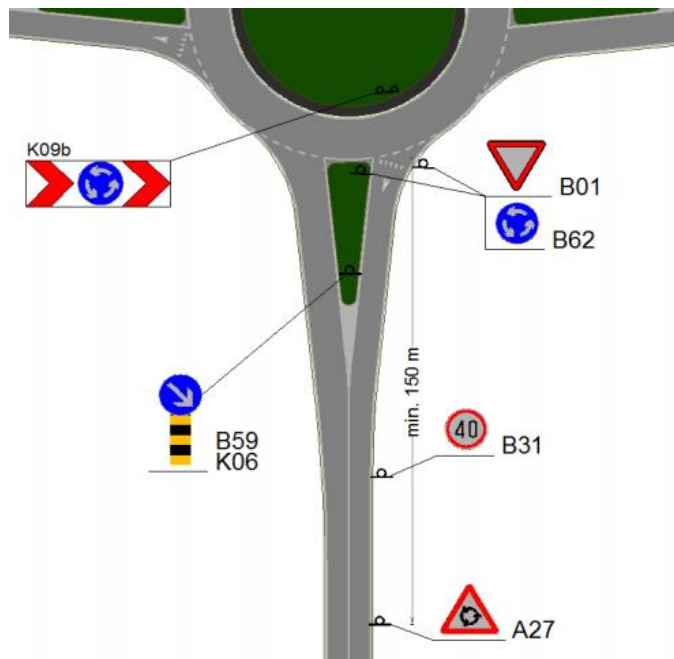
- znakom „raskrižje s kružnim prometom“ (A27)
- znakom „ograničenje brzine“ (B31) koji se postavlja na odgovarajućoj udaljenosti od tog raskrižja gdje se omogućuje smanjenje brzine na cestama izvan naselja ovisno o situaciji na terenu.

Na svakom kružnom raskrižju izvan naselja treba biti postavljena ova horizontalna signalizacija odnosno ove oznake na kolniku:

- rubna crta uz rub kolnika kroz raskrižje, uz središnje i razdjelne otoke
- kratka isprekidana crta za označavanje vanjskog ruba kružnoga raskrižja na spoju privoza
- isprekidana crta zaustavljanja (H12 ili H13) na ulasku u kružni kolnički trak
- trokut upozorenja H12 označen na kolniku ispred isprekidane crte zaustavljanja
- polje za usmjerivanje prometa između dva traka sa suprotnim smjerovima pred razdjelnim otokom (H27)
- razdjelna crta ispred razdjelnog otoka na području približavanja raskrižju propisane širine.⁶

⁵ Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.67

⁶ Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.68



Slika 2. Postavljanje prometne signalizacije na privozu kružnog raskrižja izvan naselja

Izvor: <https://hrvatske->

[ceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/113/Smjernice_kruzna_raskrizja_DODATAK_F.p](https://hrvatske-cestce.hr/uploads/documents/attachment_file/file/113/Smjernice_kruzna_raskrizja_DODATAK_F.pdf)
df (20.7.2020.)

3.1.2. PROMETNA SIGNALIZACIJA NA KRUŽNIM RASKRIŽJIMA U NASELJU

Kružno raskrižje u naselju ili urbano kružno raskrižje nalazi se unutar izgrađenog urbanog prostora koji je predviđen za promet pješaka i/ili biciklista te motornih vozila. Zbog raznih sudionika u prometu potrebno je posvetiti dostatnu pozornost prilikom izbora i postavljanja prometne signalizacije i opreme.

Svako raskrižje s kružnim tokom u naselju opremljeno je s ovom vertikalnom signalizacijom odnosno ovim prometnim znakovima (slika 3.):

- znak B01 (raskrižje s cestom s prednošću prolaza) i B62 (kružni tok prometa), neposredno ispred isprekidane crte zaustavljanja
- znak B59 (obavezno obilaženje s desne strane) i K06 (ploča za označivanje prometnog otoka) na vanjskom dijelu razdjelnog otoka u smjeru vožnje)
- znak B51 (obavezan smjer desno) postavlja se na ne provoznom dijelu središnjeg otoka
- znak C02 (obilježen pješački prijelaz), a po potrebi, znakom C03 (obilježen prijelaz biciklističke staze) ako su u kružnom raskrižju prisutni biciklisti.⁷

⁷ Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.68

Područje približavanja raskrižju s kružnim tokom u naselju treba biti označeno:

- znakom „raskrižje s kružnim prometom“ (A27)
- znakom „ograničenje brzine“ (B31) koji se postavlja na odgovarajućoj udaljenosti od tog raskrižja gdje se treba smanjiti brzina na cestama u naselju
- obilježje pješačkog i/ili biciklističkog puta.

Da bi se biciklisti i pješaci mogli na siguran način zaustaviti u području kružnog raskrižja, razdjelni otok za slučaj prijelaza pješaka treba imati minimalnu širinu od 2,00 m, a za slučaj prijelaza biciklista minimalno 2,50 m.

Na svakom kružnom raskrižju u naselju treba biti postavljena ova horizontalna signalizacija odnosno ove oznake na kolniku:

- rubna crta uz rub kolnika kroz raskrižje, uz središnje i razdjelne otoke
- kratka isprekidana crta za označavanje vanjskog ruba kružnoga raskrižja na spoju privoza
- isprekidana crta zaustavljanja (H12 ili H13) na ulasku u kružni kolnički trak
- trokut upozorenja H12 označen na kolniku ispred isprekidane crte zaustavljanja
- isprekidana crta zaustavljanja (H12) ispred pješačkog i biciklističkog prijelaza
- pješački prijelaz (H18) i prema potrebi prijelaz biciklističke staze preko kolnika (H19)
- polje za usmjerivanje prometa između dva traka sa suprotnim smjerovima pred razdjelnim otokom (H27)
- razdjelna crta ispred razdjelnog otoka na području približavanja raskrižju propisane širine.⁸

⁸ Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.68-69



Slika 3. Postavljanje prometne signalizacije na privozu kružnog raskrižja u naselju

Izvor: <https://hrvatske->

[ceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/113/Smjernice_kruzna_raskrizja_DODATAK_F.pdf](https://hrvatske-cestce.hr/uploads/documents/attachment_file/file/113/Smjernice_kruzna_raskrizja_DODATAK_F.pdf) (20.7.2020.)

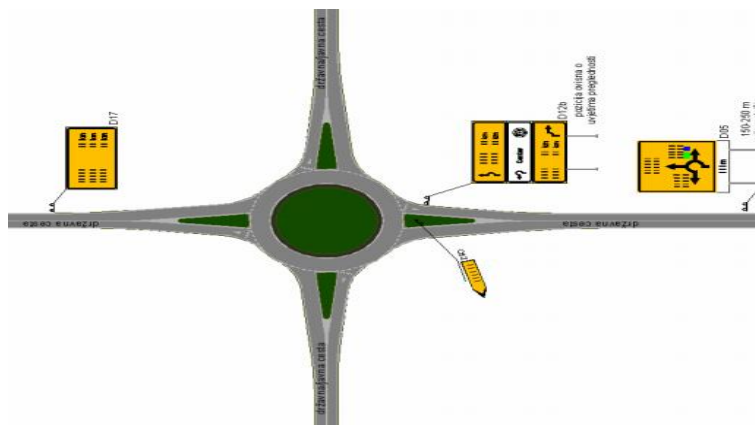
3.1.3. VOĐENJE PROMETA KROZ RASKRIŽJE S KRUŽNIM TOKOM

Raskrižje s kružnim tokom, zavisno o njegovoj namjeni i lokaciji na kojoj se nalazi, mora biti opremljeno prometnim znakovima za vođenje odnosno usmjeravanje prometa. U kružnom raskrižju postavlja se sljedeća prometna signalizacija za usmjeravanje prometa:

- znak D05 (raskrižje kružnog oblika) postavlja se na udaljenosti od 150 – 250 m prije raskrižja, ovisno o terenu
- znak D12b (prijedlog novog znaka u Pravilniku) označuje smjer ceste za naseljeno mjesto ispisano na znaku i udaljenost u kilometrima na jednostranim kružnim raskrižjima, a mjesto postavljanja ovisi o uvjetima preglednosti.
- znak C81 ili C82 (putokaz) postavlja se na unutarnjem dijelu razdjelnog otoka na izlaznom traku iz kružnog raskrižja
- znak D17 (potvrda smjera) označuje potvrdu smjera kretanja nakon prolaza raskrižja, a postavlja se na udaljenosti najviše 500 m od raskrižja.⁹

⁹ Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.69

Ako se radi o raskrižju dviju državnih cesta s drugom javnom cestom postavlja se drugi, četvrti i peti stupanj vođenja prometa, a u slučaju ceste s više prometnih traka postavlja se treći stupanj usmjeravanja prometa. Kada se prometni znak postavlja iznad kolnika odnosno na portal, onda se za svaku prometnu traku mora postaviti posebni prometni znak.



Slika 4. Postavljanje prometnih znakova za usmjeravanje prometa na kružnom raskrižju dviju državnih cesta

Izvor: <https://hrvatske->

[cestce.hr/uploads/documents/attachment_file/file/113/Smjernice_kruzna_raskrizja_DODATAK_F.pdf](https://hrvatske-cestce.hr/uploads/documents/attachment_file/file/113/Smjernice_kruzna_raskrizja_DODATAK_F.pdf)
(20.7.2020)

3.2. OPREMA KRUŽNIH RASKRIŽJA

Opremu raskrižja s kružnim tokom čine sredstva i uređaji koji služe za obavještanje sudionika u prometu o uvjetima odvijanja prometa te povećavaju i omogućuju sigurno kretanje vozila unutar kružnog toka a time i sigurnost prometa kao i propusnost tog kružnog raskrižja. Opremu kružnog raskrižja čine:

- prometni znakovi i signalizacija
- svjetlosne oznake i prometna svjetla
- oznake na kolniku i drugim površinama
- prometna oprema ceste
- oprema za smirivanje promet
- rasvjeta itd.

U elemente kružnog raskrižja koji su bitni za reguliranje prometa spadaju:

- središnji otok
- biciklistički i pješački prijelazi
- okolina raskrižja s kružnim tokom.

Na unutarnjem dijelu razdjelnog otoka postavljaju se oznake lokaliteta (informacijske ploče) i putokazi. Ispred raskrižja, u području približavanja, postavljaju se obavijesne oznake i znakovi naredbe:

- ograničenje brzine
- prethodna ploča s najavom kružnog toka
- oznaka pješaka ili biciklističke staze
- ostale oznake.¹⁰

3.2.1. RAZDJELNI OTOK

Otok za pješake ili razdjelni otok nalazi se u privozu kružnog raskrižja gdje se vrši kanaliziranje tokova razdvajanjem ulaza u kružno raskrižje i izlaza iz raskrižja s kružnim tokom. To je uzdignuti dio kružnog raskrižja oblikovan materijalima različite teksture te se unutar površine oblikuje linijama vodiljama kružnog kolnika, ulaza i izlaza. Konstruiranje otoka za pješake u urbanim područjima izvodi se s površinom za prolaz pješaka, dok u izvan – urbanim područjima to je ozelenjena površina koja je obrubljena rubnjakom visine do 15 cm. Razdjelni otoci prvenstveno služe za:

- najavu obveznog usporavanja za vozila
- pomoć pri poprečnom prijelazu biciklista i pješaka
- vođenje i razdjeljivanje prometnih tokova
- sprječavanje opasnih skraćivanja putanja vozila
- prostor za prometne znakove.



Slika 5. Izvan – urbano kružno raskrižje s razdjelnim otokom i prijelazom za pješake

Izvor: <https://opusteno.rs/automobilizam-f48/pravila-najcesce-greske-saobracaj-kruzni-tok-t28182.html> (21.7.2020.)

¹⁰ Omazić I., Dimter S., Barišić I.: Kružna raskrižja – suvremeni način rješavanja prometa u gradovima, Građevinski fakultet Osijek, 2010., p.8

Na državnim cestama obvezna je primjena uzdignutog razdjelnog otoka kao dio privoza kružnom raskrižju dok kod slučaja gdje je izrazito mala gustoća prometa na privozima nije potrebna izgradnja razdjelnog otoka već za razdvajanje suprotnih prometnih tokova postavlja se tlocrtna markacija. Oblik razdjelnog otoka ovisi o veličini kružnog raskrižja (D_v) i brzini ulaska u kružno raskrižje (V_k). Zbog toga, razdjelne otoke dijelimo na tri oblika (slika 6.):

1. Paralelni

- $D_v \leq 35/40$ m
- $V_k \leq 30$ km/h

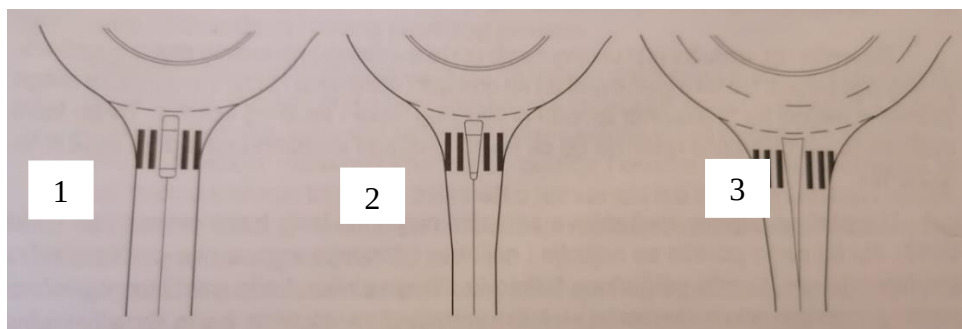
2. Trokutasti

- $D_v \leq 90$ m
- $V_k \leq 35$ km/h

3. Ljevkasti

- $D_v \geq 90$ m
- $V_k \leq 40$ km/h

Kod malih raskrižja primjenjuju se razdjelni otoci paralelnog oblika, kod srednjih raskrižja trokutasti dok kod velikih raskrižja ljevkasti oblik razdjelnog otoka.



Slika 6. Oblici razdjelnog otoka

Izvor: Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.97 (21.7.2020.)*

Razdjelni otoci postavljaju se okomito na kružni kolnik, a minimalna dimenzija razdjelnog otoka određuje se veličinom i položajem vertikalne signalizacije, a širina razdjelnog otoka mora biti takva da osigura potrebnu zaštitnu širinu između ruba kolnika i prometnog znaka. Na razdjelnom otoku obavezno je postavljanje znaka C81 (izlaz iz kružnog raskrižja) i znakova K06 + B59 (prilaz kružnom raskrižju). Najmanja širina razdjelnog otoka iznosi 1,60 m i duljina otoka trebala bi biti najmanje 15 m. Kada razdjelni otok postaje i površina za zaustavljanje pješaka, njegova širina u području prijelaza treba biti minimalno 2,0 m, a za slučaj biciklista barem 2,50 m. Otoci se obrubljuju skošenim izdignutim rubnjacima, a na prilazima za pješake i bicikliste obvezno je upuštanje rubnjaka.

3.2.2. PRIJELAZI ZA PJEŠAKE I BIKIKLISTE

Najugroženiji sudionici u prometu su pješaci u koje spadaju djeca, starije i invalidne osobe te biciklisti. Pomoću prijelaza za bicikliste i pješake na privozu kružnog raskrižja omogućava se sigurnost prolaska pješaka i biciklista kroz kružno raskrižje u kraćim etapama. Pošto je duljina prelaska kroz privoz vremenski duga, razdjelni otoci se smatraju kao nužnost ili kao sigurno stajalište iako se prijelaz obavlja u jednom mahu.

U pravilu, da bi se postigla sigurnost prometa kružnog raskrižja te smanjile konfliktne situacije između vozila i pješaka, pješački i biciklistički promet bi se trebao voditi izvan ili barem odmaknut od kružnog kolnika. Pješački prijelaz u kružnom raskrižju mora imati prijelaz s nogostupa na razinu kolnika koji je osiguran skošenim rubnjakom s najvećim dopuštenim nagibom od 10%, širine minimalne 120 cm na skošenom rubnjaku. Prijelazi za pješake i bicikliste trebaju biti odmaknuti minimalno 4,5 m, odnosno za duljinu jednog do dva vozila od kružnog raskrižja. Kako bi se omogućio prolaz invalidnih osoba ili biciklistima u vožnji, prijelazi za pješake i bicikliste moraju biti spuštene do razine kolnika.

U područjima gdje je visoka gustoća pješačkog i/ili biciklističkog prometa položaj prijelaza je potrebno temeljito proučiti. Pri tome je potrebno poštivati prometno opterećenje kružnog raskrižja (jakost tokova vozila, pješaka i biciklista), brzinu vožnje, duljinu prijelaza i veličinu kružnog raskrižja. Površine za zaustavljanje pješaka i/ili biciklista potrebno je prikladno oblikovati i prijelaz za bicikliste se uvijek smješta između pješačkog prijelaza i niše za čekanje. U urbanim područjima s intenzivnim pješačkim/biciklističkim prometom primjenjuju se uzdignuti pješački i biciklistički prijelazi. Pomoću takvih prijelaza dolazi do smanjenja brzina ulaska vozila u kružno raskrižje ali su nepovoljni za privoze na kojim prometuju vozila javnog gradskog prijevoza.



Slika 7. Primjer kružnog raskrižja sa prijelazima za pješake i bicikliste

Izvor: <https://infolific.com/health-and-fitness/biking/cycling-in-traffic/> (21.7.2020.)

3.2.3. CESTOVNI RUBNJACI

Za osiguranje i oblikovanje ruba kolnika koriste se rubnjaci kojima se postiže uočljivost rubova kolnika, ali i pružaju mogućnosti rješavanja sakupljanja površinskih oborinskih voda i služe za optičko tlocrtno vođenje kolnika pomoću uzdužnih oznaka na kolniku. Rubnjaci omogućuju vođenje prometnih tokova i fizičko razdvajanje pojedinih oblika prometa kao što su biciklistički, pješački, motorni i javni gradski promet.

Rubnjaci predstavljaju tipizirani element prometnica kojima se visinski razdvaja površina kolnika od ostalih površina. Visina ugrađenog rubnjaka je u vrijednosti od 12 – 15 cm, a visina polegnutog rubnjaka koji se koristi za izvedbu prijelaznih površina ne prelazi vrijednost od 3 cm.

Na kružnim raskrižjima na razdjelnim i središnjim otocima nužna je primjena cestovnih rubnjaka, a preporučuje se i polaganje rubnjaka na vanjskim rubovima kolnika na užem području raskrižja jer se time stabilizira kolnička konstrukcija. Na nižoj strani kolnika gdje se sakupljaju površinske oborinske vode, potrebno je uz rubnjak izvesti rigol ili pomoću slivnicima i slivničkih rešetka omogućiti učinkovitije prikupljanje oborinskih voda (slika 8.).

Bojanjem cestovnih rubnjaka naglašava se uočljivost rubova kolnika, a boju rubnjaka potrebno je uskladiti s hortikulturnim uređenjem i uvjetima lokacija na kojoj se kružno raskrižje nalazi. Također, dobra uočljivost rubova kolnika može se postići postavljanjem svjetlećih oznaka odnosno markerima na rubnjacima.



Slika 8. Prikaz odvodnje površinskih oborinskih voda

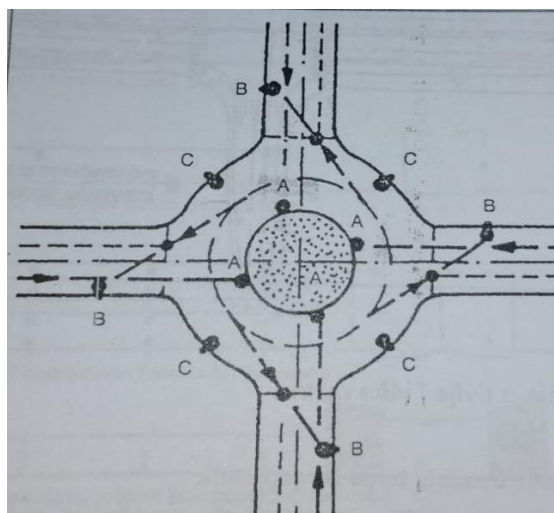
Izvor: Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: *Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.75

3.2.4. RASVJETA

Rasvjeta nekog raskrižja je jedan od glavnih čimbenika sigurnosti prometa, a osnovna zadaća rasvjete je osvjetljivanje prometnih površina u posebnim vremenskim prilikama i noću. Cestovna rasvjeta mora omogućiti takve uvjete viđenja noću koji jamče:

- vozačima motornih, zaprežnih i drugih vozila te biciklistima što sigurniju vožnju
- pješacima zapažanje potencijalne opasnosti te stjecanje dojma opće sigurnosti pri kretanju prometnicom
- vozačima i pješacima što bolje zapažanje kako cjeline tako i važnih detalja njihove vidne okoline.¹¹

Rasvjeta raskrižja s kružnim tokom postavlja se na privozima i na središnjem otoku kružnog raskrižja. Kod slučaja da je središnji otok manjih dimenzija, kružno raskrižje se rasvjetljuje pomoću jednoga stupa na središnjem otoku s odgovarajućim brojem svjetiljka. Na raskrižju s većim središnjim otokom rasvjetna mjesta treba postaviti na produžetku svake osi pojedinoga prometnog traka na rub otoka (A) i na produžetku tangente na simetralu ceste koja prolazi kroz sjecište osi prometnih trakova na ulaznim cestama (B), a ostala rasvjetna mjesta se postavljaju na vanjski rub kružnog otoka (slika 9.).¹²



Slika 9. Postavljanje rasvjete u kružnom raskrižju s većim središnjim otokom

Izvor: Cerovac V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001, p. 242

¹¹ Cerovac V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001, p. 215

¹² Cerovac V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 242

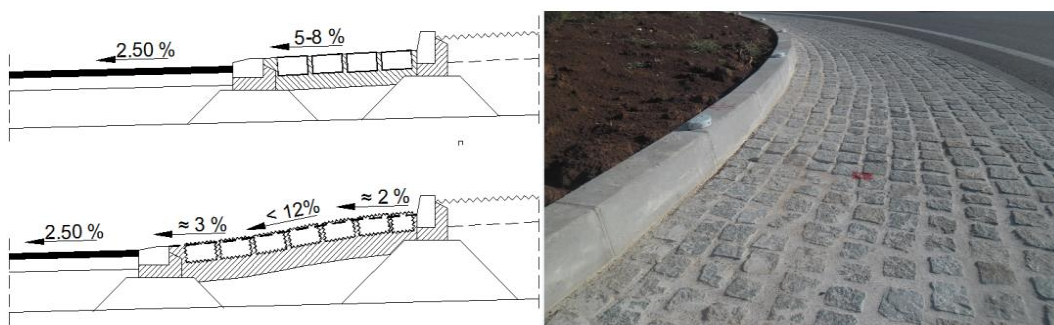
Svaki prilaz, odnosno mjesto na kojem se nalaze ulaz i izlaz u kružno raskrižje treba biti osvijetljeno s minimalno 3 rasvjetna stupa tj. u dužini od cca 100 m od početka kružnog raskrižja. Na cijelom raskrižju moraju biti postavljene svjetiljke iste visine i iste boje svjetlosti, a visina postavljanja određuje se prema uvjetima okolnog područja. Kvaliteta postavljene rasvjete mora biti jednaka kvaliteti rasvjete koja se nalazi na prilaznim cestama, ali preporučuje se da bude 1,5 puta jača od rasvjete na tim prilaznim cestama.

3.2.5. PROVOZNI DIO SREDIŠNJEG OTOKA

Kao dio središnjeg otoka, provozni dio ili prijelazni prsten središnjeg otoka koji s kružnim kolničkim trakom omogućava dugim vozilima lakši prolaz kroz kružno raskrižje. Primjenu prijelaznog prstena nalazimo kod malih i srednje velikih raskrižja s kružnim tokom kako bi se izbjegla izvedba neprimjerenog širokog kružnog kolnika.

Širina prstena iznosi od 1,0 (1,5) - 2,0 m, a materijal koji se koristi za njegovu izvedbu najčešće su granitne kocke koje su položene u betonsku podlogu. Visina rubova prstena po kojima prolaze kotači ne smije biti veća od 3 cm. Izvedba prstena koji nema dovoljnu hrapavu površinu neće odvratiti vozače kraćih vozila od korištenja provoznog dijela kolnika te će doći do razvijanja velikih brzina i mimoilaženja vozila u kružnom toku.

Provozni dio središnjeg otoka treba biti izveden od drugačijeg materijala nego što je kolnički trak i tako da vozače koji upravljaju kratkim vozilima odvraća od korištenja tog dijela, odnosno da ga koriste samo ona vozila koja bez korištenja prijelaznog prstena ne bi mogla proći kroz kružno raskrižje. Takvi uvjeti postižu se spuštanjem nivoa površine, odnosno nagibom plohe do 5% prema van i hrapavom površinom prijelaznog prstena središnjeg otoka (slika 10.).



Slika 10. Provozni dio središnjeg otoka

Izvor: Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.:
*Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta
 Rijeci, Rijeka, 2014., p.74*

3.3. UREĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA

Prilikom izgradnje, uređenje kružnog raskrižja svodi se na oblikovanje postojećeg zemljišta u koji spada okolišni krajolik i njemu pripadajuća vegetacija. Posebna pažnja pridodaje se održavanju u zimskim i općim uvjetima. U ruralnim područjima za uređenje središnjeg otoka i zemljišta kružnog raskrižja koriste se autohtona vegetacija, dok u urbanim područjima postavljaju se fontane, skulpture i slično pomoću kojih se podiže vrijednost ambijenta kružnog raskrižja. Elementi uređenja ne smiju narušavati preglednost i prometnu signalizaciju raskrižja. Pošto je noću preglednost kroz kružno raskrižje najslabija, u urbanim sredinama raskrižja s kružnim tokom su u potpunosti osvijetljena, dok u ruralnim područjima za bolju preglednost koriste se smjerokazi i reflektirajući znakovi.

3.3.1. KRAJOBRAZNO UREĐENJE

Prilikom krajobraznog uređenja potrebno je osigurati preglednost i dobro optičko vođenje kroz kružno raskrižje odnosno osigurati sigurnost prometa. Glavni element krajobraznog uređenja je središnji otok kružnog raskrižja koji sudjeluje u poboljšanju raskrižja, a koje druge vrste prometnih rješenja za raskrižja to ne mogu pružiti. Prilikom krajobraznog uređenja sudjeluju stručnjaci za hortikulturu, zaštitu okoliša i promet koji moraju uvažavati sljedeća osnovna načela:

- estetska načela – usklađenost s okolinom
- načelo funkcionalnosti – održavanja
- preglednost raskrižja.

Krajobrazno uređenje ovisi o lokaciji i veličini kružnog raskrižja. Ono je neizostavan dio projekta raskrižja na razini javnih i državnih cesta te gradskih ulica. Zadatak projekta krajobraznog uređenja je povećanje sigurnosti i učinkovitosti prometovanja unutar kružnog raskrižja te poboljšanje estetike na širem području raskrižja.

Prilikom uređenja središnjeg otoka kružnog raskrižja potrebno je pridržavanje preporuka i načela, a one su:

- uređenje treba ili poboljšati ili barem ne ometati vidljivost kružnog raskrižja
- prilagođavanjem zemljišta kao što je zelenilo u središnjem otoku, treba vozače jasno upozoriti na približavanje kružnom raskrižju
- osigurati potrebnu horizontalnu preglednost raskrižja
- ne smije zaklanjati prometnu signalizaciju raskrižja

- ne smije dovoditi do opasnih situacija u prometu na kružnom raskrižju
- središnji otoka potrebno je oblikovati tako da noću onemogućava zaslepljivanje dolazećih vozila
- treba jasno ukazati vozaču da ne može proći ravno kroz raskrižje
- obeshrabriti pješački promet kroz središnji otok
- osigurati zaklanjanje pogleda na promet na suprotnoj strani kružnog raskrižja, čime se eliminira zbunjenost vozača koju uzrokuje pregled nad odvijanjem prometa u cjelokupnom raskrižju
- prilikom izbora zelenila potrebno je uvažavati činjenicu da u središnji otoka najbolje pristaje sadnja autohtonog raskrižja
- treba utjecati na poboljšanje estetike na području ulice i slike urbanog okoliša koliko god je to moguće
- održavanje raskrižja treba biti što jednostavnije i lakše izvedivo bez ometanja i ugrožavanja sigurnosti prometa.¹³

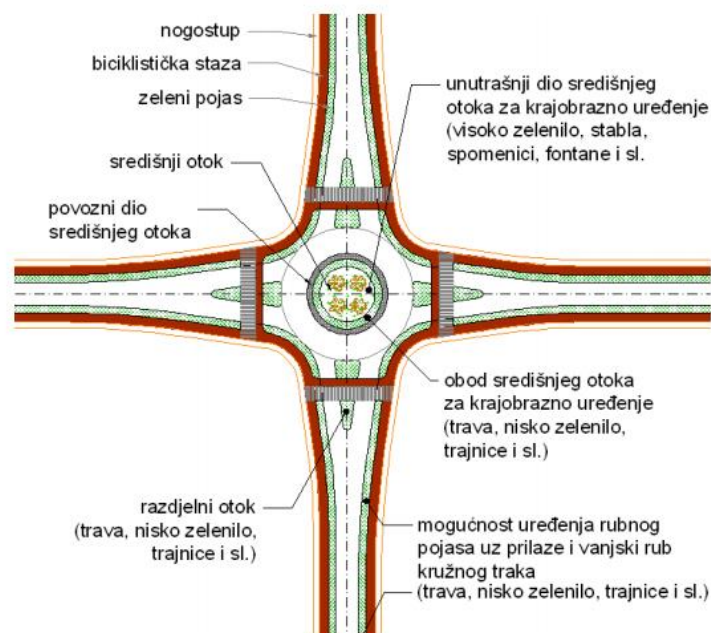


Slika 11. Primjer krajobraznog uređenja kružnog raskrižja

Izvor: <https://www.autoblog.com/2017/05/09/6-ways-to-make-roads-safer-aaa-roundabouts/>
(12.8.2020.)

Za uređenje središnjeg otoka preporučuje se kupolasto uzdignuće pomoću kojih se postiže bolje vizualno uočavanje središnjeg otoka od strane vozača na prilazima. Sadnja trave, drveća, grmlja i niskog zelenila ovisi o uvjetima preglednosti ulaska u kružno raskrižje kao i veličini središnjeg otoka.

¹³ Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.76



Slika 12. Krajobrazno uređenje kružnog raskrižja u urbanom području

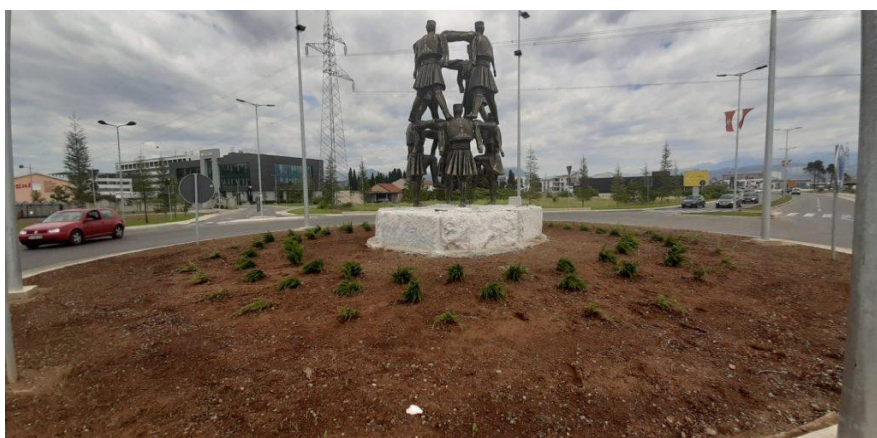
Izvor: Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.:
Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u
 Rijeci, Rijeka, 2014., p.77

Biljke za sadnju u središnjem otoku trebaju imati spori rast, biti što sličnije izgledom i da im je održavanje i oblikovanje što jednostavnije. Kako bi se održala sigurnost kružnog raskrižja uređenje raskrižja mora sadržavati radnje na središnjem otoku kao što su obrezivanje, košnja trave i slično. Grmlje, stabla i travu potrebno je redovito uređivati te obrezivanjem održavati uređenost kružnog raskrižja i sprječavati ometanja preglednosti. Ako sadnice zahtijevaju česta zalijevanja preporučljivo je postavljanje prskalice. Komunalna gradska društva su subjekti koji su zaduženi za aktivnosti koje su vezane za održavanje ozelenjenih površina.

3.3.2. UREĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA OBJEKTIMA/GRAĐEVINAMA

Osim uređenja kružnih raskrižja autohtonom vegetacijom na gradskim raskrižjima gdje su manje brzine, u današnje vrijeme, središnji otok koristi se kao mjesto za postavljanje umjetničkih kreacija i čvrstih objekata odnosno građevina. Takvo uređenje je prihvatljivo ako ti objekti ne utječu na promet kružnog raskrižja i ne smanjuju preglednost na tom raskrižju. Uređaji za auditivne i vizualne informacije te reklamni sadržaji nisu dopušteni u središnjem otoku.

Zajednica nekog grada ili mjesta često želi u kružno raskrižje postaviti objekte i sadržaje koji obilježavaju tu zajednicu. Ti objekti su većinom spomenici, fontane ili neka druga obilježja grada ili mjesta. U nekim sredinama kružno raskrižje može pomoći u iskazivanju obilježja mjesta ili regije, tako da se dio kulturne baštine ili neko izrazito obilježje regije prikaže na središnjem otoku kružnog raskrižja. Na ulasku u turistička mjesta preko obilježja na središnjem otoku kružnog raskrižja mogu se turistima dati informacije o odredištu.¹⁴



Slika 13. Primjer uređenja kružnog raskrižja sa spomenikom

Izvor: <https://podgorica.me/2020/05/23/glavni-grad-i-donator-uredili-bulevar-21-maj-92-000-eura-za-uređenje-8-000m%C2%B2-zelenih-ostrva-i-kruznih-tokova/> (24.7.2020.)

¹⁴ Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.80

4. PLANIRANJE I PROJEKTIRANJE KRUŽNIH RASKRIŽJA

Smanjenjem konfliktnih područja i konfliktnih točaka povećava se razina prometne sigurnosti raskrižja. To se može postići adekvatnim izborom raskrižja i dobrim oblikovanjem i uređenjem izabranog raskrižja. Planiranje kružnog raskrižja ovisi o položaju u cestovnoj mreži, dopuštenoj brzini i najviše o strukturi i količini prometa koji prolazi kroz to raskrižje. Izbor raskrižja i mjesta izvedbe treba temeljito proučiti jer kod slučaja s većim prometnim opterećenjem te nepravilno konstruiranim raskrižju smanjuje se sigurnost prometnog toka.

4.1. KRITERIJI ZA IZVOĐENJE KRUŽNIH RASKRIŽJA

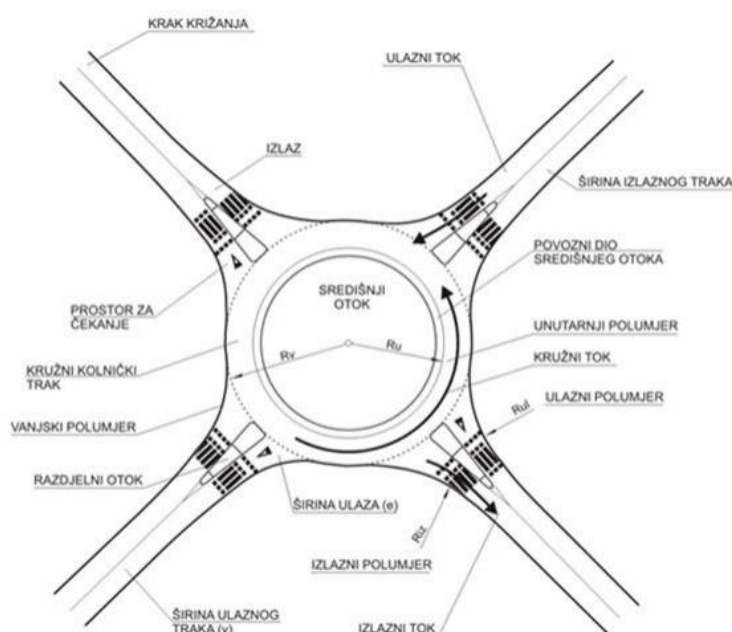
Opravdanost izvođenja kružnih raskrižja zasniva se na zadovoljavanju osam bitnih kriterija odnosno koji su definirani kao:

1. prostorno – urbanistički kriterij – ispitivanje prostornog potencijala, tj. prostorne raspoloživosti za izgradnju središnjeg otoka (vanjski promjer kružnog raskrižja)
2. prometni kriterij – kriterij prometnog toka; analiza ukupne razine prometnog toka i pregled smjera kretanja prometa u raskrižju
3. funkcionalni kriterij – odabir odgovarajuće vrste raskrižja prema funkciji, položaju i ulozi
4. kriterij propusnosti – analiza propusne moći prema prometnim opterećenjima na promatranom području
5. kriterij okoline – kružno raskrižje mora biti rješenje koje je ekološki prihvatljivo za okolinu
6. kriterij prometne sigurnosti – kružno raskrižje mora biti rješenje koje omogućuje prometnu sigurnost svim sudionicima u prometu
7. ekonomski kriterij – uspoređuje troškove izvedbe kružnog raskrižja u odnosu na klasična i semaforizirana raskrižja.

4.2. PROJEKTNO – OBLIKOVNI ELEMENTI

U pripremljenoj fazi planiranja potrebno je razmotriti polazišta i okvire primjene određene vrste raskrižja. U postupku projektiranja kružnih raskrižja biraju se bitni elementi raskrižja odnosno projektno – oblikovni elementi (slika 14.):

- vanjski promjer odnosno polumjer raskrižja (D_v , R_v)
- širina kružnog kolnika (B)
- širina ulaznog i izlaznog dijela privoza (b_u, b_i)
- širina otoka ili razdjelnika u privozu (b_o)
- polumjer izlaznog i ulaznog zaobljenja (R_u , R_i) itd.¹⁵



Slika 14. Elementi kružnog raskrižja

Izvor: Omazić I., Dimter S., Barišić I.: *Kružna raskrižja – suvremeni način rješavanja prometa u gradovima*, Građevinski fakultet Osijek, 2010., p.5

Nakon izbora lokacije i utvrđivanja primjerenosti izvedbe podešavaju i biraju se projektno oblikovni elementi za izgradnju kružnog raskrižja. U tablici 1. prikazani su oblikovni elementi koji određuju pojedinu vrstu kružnog raskrižja.

¹⁵ Legac I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.93

Tablica 1. Prometno – oblikovni elementi kružnih raskrižja

Veličina/tip raskrižja	Alokacija	Vanjski promjer D_v [m]	Širina kolnika B [m]	Propusna moć [voz/dan]	Oblikovanje i dimenzioniranje
<i>Mini RKT / jednostručno</i>	u naselju	(13,5) - 25	4,5 - 5	$\leq 15\ 000$	poseban postupak
<i>Malo RKT / jednostručno</i>	u naselju	22 - 35	9,0 – 6,5	15 000	($V_k = 30$ km/h)
<i>Srednje veliko RKT / jednostručno</i>	u naselju	30 - 40	7,0 – 5,5	20 000	($V_k = 35$ km/h)
<i>Srednje veliko RKT / jednostručno</i>	izvan naselja	35 - 45	6,0 – 5,5	22 000	($V_k = 40$ km/h)
<i>Srednje veliko RKT / dvostučno</i>	izvan naselja	(45) 50 - 90	7,5 – 7,0	25 000	($V_k \leq 40$ km/h)
<i>Veliko RKT / dvostučno</i>	izvan naselja	≥ 90	$\leq 7,0$	$\geq 25\ 000$	poseban postupak

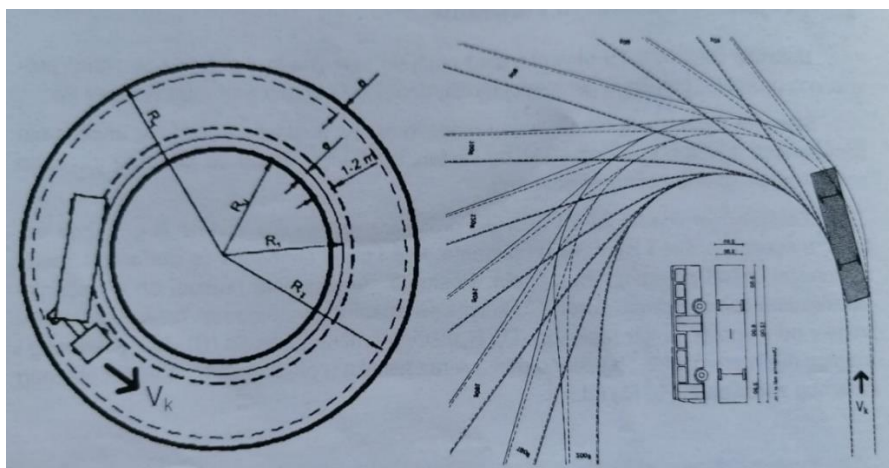
Izvor: Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.94

4.2.1. KRUŽNI KOLNIK

Kolnik je dio gornjeg ustroja ceste koji je namijenjen isključivo kretanju vozila.¹⁶ Za kružni kolnik bitne su sastavnice koje su navedene u tablici 1., a to su vanjski i unutarnji promjer i širina kolnika. Kružni kolnik može se sastojati od jednog ili dva prometna traka. Najčešća je izvedba kružnog raskrižja s jednim trakom a izvedba s dva prometna traka je za odabrane vrste raskrižja te raskrižja s posebnim prometnim opterećenjem.

Za svako kružno raskrižje potrebna je provjera provoznosti mjerodavnog vozila unutar kružnog kolnika (slika 15.). Provjera se vrši kod urbanih raskrižja te zbog prolaska vozila kraj vozila u kvaru kod velikih raskrižja koja se izvode izvan naselja. Ako kroz raskrižje s kružnim tokom prolazi veći broj autobusnih linija i autobusa uvode se posebni trakovi koji usmjeruju promet javnog gradskog prometa označeni sa žutom bojom. Izvedba posebnih trakova je na ulazu raskrižja, izlazu iz raskrižja i u kružnom dijelu.

¹⁶ Božičević J., Topolnik D.: *Infrastruktura cestovnog prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1996., p.128

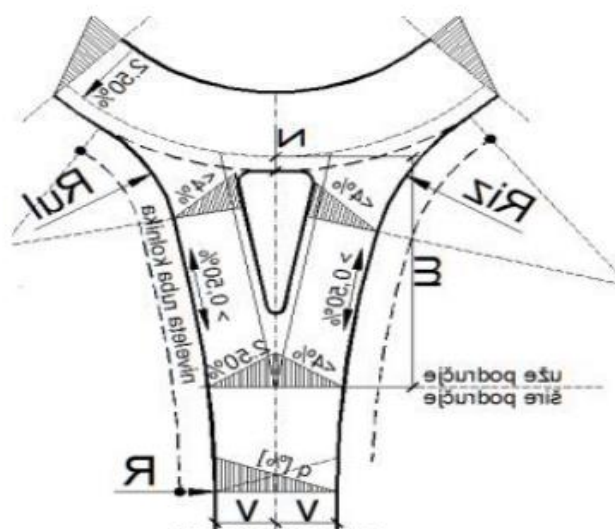


Slika 15. Provjera provoznosti mjerodavnog vozila

Izvor: Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.94

Uzdužni (s) i poprečni nagibi (q) moraju biti izvedeni kako bi bila omogućena brza i učinkovita odvodnja te blaga promjena nagiba kod prijelaza iz priključnog traka na kružni kolnik. Poprečni nagib kružnog kolnika izvodi se prema vanjskoj strani u iznosu od $q_{\min} = -2,5\%$ (2%). Takva izvedba poprečnog nagiba izvodi se iz više razloga:

- pogodniji prijelaz iz privoza u kružno raskrižje
- prisiljavanje smanjenja brzine u kružnom raskrižju
- tehnički prihvatljivija i učinkovitija odvodnja.



Slika 16. Poprečni nagib ulaza, izlaza kružnog raskrižja i kružnog kolnika

Izvor: Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: *Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.49

4.2.2. KRUŽNI OTOK

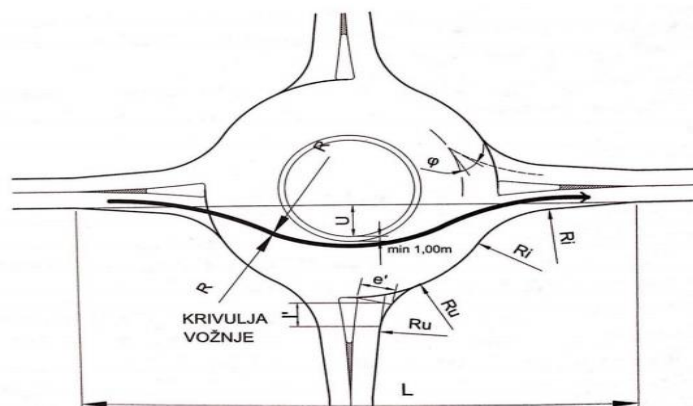
Središnji otok ili otok kružnog raskrižja je okrugla uzdignuta površina koja služi za sprječavanje izravne vožnje preko kružnog raskrižja. Kružni otok može biti provozni, djelomično provozni ili ne provozni dio koji je obrubljen kružnim kolnikom. Kako bi se postigla dobra preglednost kružnog raskrižja, središnji otok ne smije biti viši od 1,0 (1,2) m i sadržavati nepotrebne sadržaje i više raslinje.

Bitni kriteriji koji središnji otok treba u funkcionalnom i oblikovnom pogledu ispuniti su:

- mogućnost obilaženja vozila (kod provoznog središnjeg otoka)
- naglasak na prekid trase sa svojstvima slobodnog toka
- osiguravanje mjesta za smještaj prometnih znakova
- osiguravanje prostora za krajobrazna i posebna uređenje
- mogućnost prepoznavanja kružnog raskrižja u mreži.

4.2.3. PRIVOZI

Privoz ili priključna cesta s prometnim trakovima smješta se okomito na kružni kolnik. Postupak koji bitno utječe na propusnu moć i sigurnost kružnog raskrižja je biranje elemenata za projektiranje i oblikovanje privoza. Pri tom postupku bitno je razlikovanje i dimenzioniranje ulaznog i izlaznog privoza. Širina prometnog traka na ulaznom privozu iznosi 3,50 (iznimno 3,25 m) dok na izlaznoj strani iznosi 3,50 i 3,75 m (ovisno o mjerodavnom vozilu i oblikovnoj konfiguraciji). Zbog smanjenja brzina ulaska, priključci bi trebali imati što manji polumjer zaobljenja te minimalni polumjer zaobljenja na ulaznom privozu (R_u) iznosi 12 m (iznimno 10 m), a na izlaznom od 12 – 14 m. Kut ulaska u kružni tok preporučuje se da bude oko 30°.



Slika 17. Elementi privoza i stupanj zakrivljenosti putanja vozila

Izvor: Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.96

4.3. PROPUSNA MOĆ CESTE

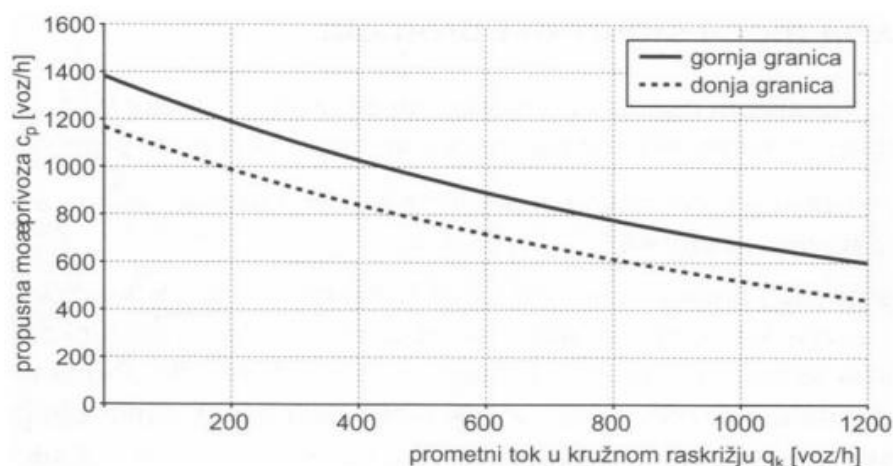
Propusna moć ili kapacitet je maksimalan broj vozila koji može proći u jedinici vremena kroz promatrani presjek cestovne prometnice.¹⁷ Na osnovi kapaciteta prometnice procjenjuju se nedostaci postojeće cestovne mreže na temelju kojih se predlažu izmjene te prometnice. Propusna moć je osnovica za sve zahvate i „intervencije“ za poboljšanje određenog dijela prometnice kao što su: rekonstrukcija zavoja, proširenje kolnika, i sl.

Da bi se provelo projektiranje novih raskrižja i prometnica potrebno je poznavanje prometnog opterećenja i propusne moći kako bi se pomoću tehničkih analiza i usporedbi mogućih varijanti izabralo najpovoljnije rješenje. Glavni čimbenici koji imaju utjecaj na propusnu moć raskrižja su:

- vozačevo ponašanje i duljine njegovih reakcija
- vremenski uvjeti
- promet unutar kružnog raskrižja
- promet na privozima kružnog raskrižja
- intenzitet biciklističkog i pješačkog prometa unutar kružnog raskrižja.

Prema osnovnom priručniku HCM/2000 propusna moć kružnog raskrižja (C_k) dobije se zbrojem propusnosti $q_{p,n}$ na svim privozima kružnog raskrižja:

$$C_k = \sum_{n=1}^n q_{p,n} \text{ [voz/h]}, \text{ gdje je } n \text{ broj privoza.}$$

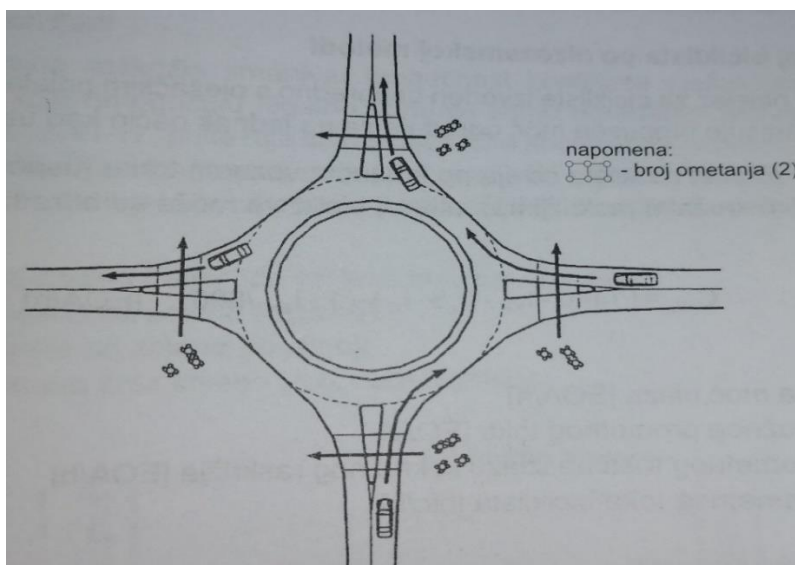


Slika 18. Dijagram odnosa prometa u kružnom raskrižju i propusne moći privoza

Izvor: Omazić I., Dimter S., Barišić I.: *Kružna raskrižja – suvremeni način rješavanja prometa u gradovima*, Građevinski fakultet Osijek, 2010., p.4

¹⁷ Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001, p. 189

Pješački i biciklistički promet uvelike smanjuju propusno moć kružnog raskrižja. Slučaj kod kojeg su tokovi pješaka i biciklista veliki je uvelike poznat kod jednotračnih kružnih raskrižja i kod raskrižja s jednim prometnim trakom na privozima. Zbog velikih tokova pješaka i biciklista nastaju problemi kod pražnjenja i punjenja kružnih raskrižja. Do ometanja prometnih tokova dolazi zbog propuštanja prednosti pješaka i biciklista od strane vozila koja se nalaze na ulazima privoza ili koja dolaze prema izlaznim privozima.



Slika 19. Mjesta ometanja prometnog toka u kružnom raskrižju

Izvor: Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.105 – 107

Vršenje provjere propusne moći na rekonstruiranim ili novim kružnim raskrižjima može se obaviti na temelju dva postupka:

- iterativni postupak – provjera neke dimenzije ili preporučenog oblika kružnog raskrižja koji je odabran postupkom modeliranja, odnosno na temelju prostornih, urbanističkih ili nekih drugih mjerila; na osnovi propusne moći mogu se podešavati ili mijenjati dimenzije projektnih elemenata sve dok rezultati propusne moći ne dostignu najveću moguću propusnost u planerskom razdoblju
- na osnovi poznatih prometnih opterećenja – prostorno odnosno urbanističko provjeravanje ponuđenog rješenja; traže se optimalni projektni elementi koji bi omogućavali dostatnu propusnu moć.¹⁸

¹⁸ Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.101

Budući da u Hrvatskoj nema sređenih podataka o svojstvima kružnih raskrižja, nemoguće je procijeniti njihov stupanj sigurnosti i njihovu propusnu moć. Da bi se to postiglo, potreban je višegodišnji rad na sistematizaciji, a do tada koriste se provjerene metode. Metode koje se koriste su:

- australska metoda – za velika kružna raskrižja koja zahtijevaju broj zaustavljanja i duljine kolona, proračun propusne moći, proračune kašnjenja
- austrijska metoda – za srednje velika i mala kružna raskrižja.

4.3.1. AUSTRALSKA METODA

Prema ovoj metodi propusna moć ulaza u kružno raskrižje određuje se u ovisnosti o kružnom toku pomoću eksponencijalne funkcije. Pomoću toga se kod slučaja malog intenziteta kružnog toka, dobiju veće vrijednosti nego što je to kod slučaja s linearnim funkcijama. Jednadžba prema australskoj metodi glasi:

$$L = \frac{(1-p*t_0)*e^{-p*(t_a-t_0)}}{1-e^{-p*t_f}} \text{ [EOA/h]}, \text{ gdje je:}$$

- EOA – ekvivalent osobnih automobila
- L – propusna moć ulaza [EOA/h]
- q_p – intenzitet prometa na kružnom prometnom traku [EOA/h]
- t_0 – najmanja vremenska praznina u kružnom prometnom toku [s]
- t_f – najmanja vremenska praznina; vremenski bruto razmak između vozila na sporednom prometnom toku – na ulazu [s]
- t_a – granična vremenska praznina u kružnom toku koja još dopušta uključivanje jednog vozila u kružni tok [s]
- p – vrijednost računa $p = q_p/3600$ [EOA/h].¹⁹

Australska metoda temelji se na teoriji praznih prostora, odnosno računa se broj praznih prostora tj. vremenski praznina u kružnom raskrižju. Prazne prostore mogu iskoristiti vozila koje se nalaze na ulazu u kružni tok kako bi se priključili kružnom raskrižju. Ova metoda koristi se za proračun propusne moći jače opterećenijih kružnih raskrižja i ne koristi se za ručni proračun propusne moći kružnih raskrižja. Preporučljivo je da stupanj zasićenosti se nalazi u vrijednosti od 0,8 – 0,9.

¹⁹ Legac I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.105 - 106

4.3.2. AUSTRIJSKA METODA

Nakon provjere prema prostorno – prometnoj primjerenosti ili nakon modeliranja donosi se odluka u primjeni kružnog raskrižja na nekom prostoru. Određuje se propusna moć svakog ulaza u kružno raskrižje, jer je propusna moć raskrižja ovisna o propusnoj moći ulaza u kružno raskrižje, i to prema jednadžbi:

$$L = 1500 - \left[\frac{8}{9} (b \cdot M_k + a \cdot M_A) \right] \text{ [EOA/h]}, \text{ gdje je}$$

- M_k – opterećenje na kružnom prometnom traku (u području konfliktne točke) [EOA/h]
- M_A – prometno opterećenje izlaza [EOA/h]
- a – faktor geometrije ulaza
- b – faktor broja prometnih trakova u krugu.²⁰

Za vrijednosti parametra b preporučljivo je korištenje u iznosu od:

- jednotračna mala kružna raskrižja - $b = 1,00$
- jednotračna velika i srednje velika kružna raskrižja - $b = 0,95$
- dvotračna velika i srednja velika kružna raskrižja – $b = 0,63$
- dvotračna veoma velika kružna raskrižja – $b = 0,58$.

Stupnjevi opterećenja ulaza, čak ni pri maksimalnim satnim opterećenjima ne smiju prelaziti 90% maksimalnog satnog prometnog opterećenja. Kako bi odredili do koje visine je postignut računski kapacitet ulaza u odnosu na stvarno prometno opterećenje koristimo stupanj zasićenosti:

$$A = \frac{c \cdot M_E}{L} * 100 \text{ [%]}, \text{ gdje je:}$$

- A – stupanj opterećenosti ulaza [%]
- M_E – prometno opterećenje ulaza [voz/h]
- L – sposobnost ulaza [voz/h]
- c – faktor broja trakova na ulazu.²¹

²⁰ Legac I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.103

²¹ Legac I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.105

5. SIGURNOST PROMETA NA KRUŽNIM RASKRIŽJIMA

Promet je opširan sustav koji se sastoji od mnogobrojnih konfliktnih situacija. Analizirajući moguće uzroke raznih konfliktnih situacija, cestovni promet se promatra kao sustav od tri osnovna podsustava:

- čovjek
- vozilo
- cesta.²²

Osnovni kriteriji prema kojima se vrši izgradnja prometnog raskrižja su:

- kapacitet
- ekonomičnost
- uklapanje u cestovnu mrežu
- estetski izgled raskrižja
- sigurnost.

Najvažniji kriterij za izgradnju kružnog raskrižja je sigurnost. Prema prometnom opterećenju, računskoj brzini i kapacitetu odnosno propusnoj moći može se pravilno izabrati oblikovanje raskrižja čime se onda povećava sigurnost vožnje. Prometno raskrižje treba posjedovati određenu sigurnost kod protjecanju prometnih tokova na tom raskrižju. Da bi se to postiglo, projektiranje raskrižja se mora izvoditi prema četiri načela:

- načelo preglednosti
- načelo protočnosti
- načelo prilagodljivosti
- načelo vidljivosti.

Približavanjem raskrižju, sudionici kružnog raskrižja ga moraju uočiti kako bi prilagodili brzinu približavanja vožnje prema raskrižju. Uočavanje kružnog raskrižja postiže se pomoću odgovarajuće rasvjete i prometne signalizacije. Preglednost čvorišta postiže se izbjegavanjem postavljanja različitih objekata i raslinja koji bi sprječavali vidljivost u kružnom raskrižju a koja je bitna kako bi sudionici kružnog raskrižja mogli procijeniti prometnu situaciju u kružnom raskrižju.

²² Luburić G. Sigurnost cestovnog i gradskog prometa 1 – radni materijal za predavanja. Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2010.

Prolaskom kroz kružno raskrižje sudionici u prometu su izloženi različitim utjecajima čimbenika kao što su građevinsko i prometno oblikovanje raskrižja, optičko vođenje kolnika, rasvjeta, obilježavanje raskrižja prometnom signalizacijom i drugi čimbenici. Svi ti čimbenici morali bi utjecati pozitivno na vozača tako da pomažu u vođenju vozača kroz raskrižje te da omogućе sigurnost vozača. Na temelju mnogih istraživanja, primjena kružnih raskrižja je idealno rješenje jer se pomoću njih smanjuje broj prometnih nezgoda i konfliktnih točaka u odnosu na klasična semaforizirana raskrižja. Najčešće prometne nezgode koje se događaju u raskrižjima s kružnim tokom su:

- pogrešno pretjecanje vozila pred kružno raskrižje
- sudar s pješakom ili biciklistom
- sudar na prilazu raskrižja
- sudar pri promjeni prometnog traka
- nalet stražnjeg vozila na prednje vozila pri ulazu u kružno raskrižje
- nalet stražnjeg vozila na prednje vozilo pri izlazu iz kružnog raskrižja
- nalet na središnji otok
- izlijetanje iz kružnog kolničkog traka
- nalet na razdjelni otok pri izlazu iz kružnog raskrižja
- prevrtanje vozila
- nalet na razdjelni otok pri ulazu u kružno raskrižje
- zanošenje vozila pri izlazu iz kružnog raskrižja
- vožnja u suprotnom smjeru od kretanja prometa u kružnom raskrižju.²³

Čimbenici koji utječu na sigurnost kružnog raskrižja može se podijeliti na:

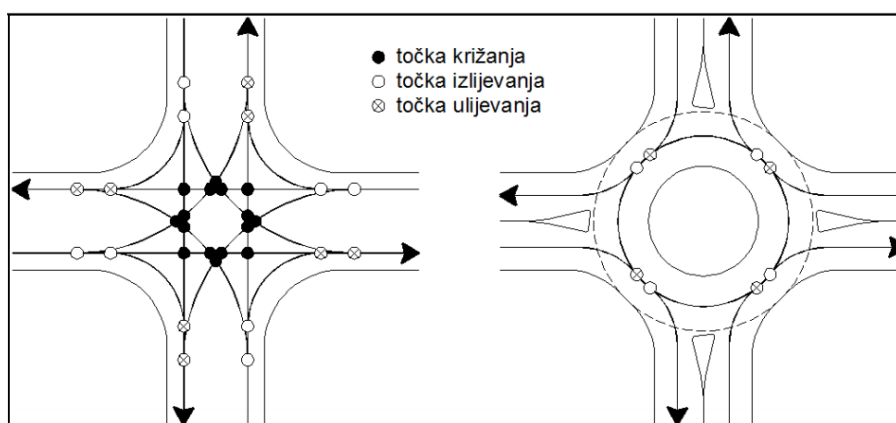
- oblikovnost raskrižja – veličina raskrižja, broj trakova, broj privoza i sl.
- prisutnost nemotoriziranog (pješaci, biciklisti) i javnog gradskog prometa (stajališta autobusa)
- dinamika i veličina prometnih tokova u kružnom raskrižju i na privozima
- preglednost kružnog raskrižja, rasvjeta, prometna signalizacija
- uspješnost bitnog detaljiranja (okomitost privoza, detalji izlaznog dijela privoza...)²⁴

²³ Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.16

²⁴ Legac I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.110

5.1. SIGURNOST MOTORIZIRANOG PROMETA

Glavna prednost kružnih raskrižja s jednom prometnom trakom u odnosu na klasična raskrižja s tri ili četiri prometne trake sa stajališta sigurnosti prometa očituje se u nepostojanju konfliktnih točaka unutar kružnog raskrižja te eliminacije konfliktnih točaka križanja i preplitanja koje se u velikom broju pojavljuju kod klasičnih raskrižja. Kod klasičnog četverokrakog raskrižja postoje 32 konfliktna točka od kojih su 8 ulijevanja, 16 križanja i 8 izlivanja, dok kod jednotračnog kružnog raskrižja postoje samo 8 konfliktnih točaka odnosno 4 izlivanja i 4 ulijevanja (slika 20.).



Slika 20. Konfliktna točke klasičnog četverokrakog i jednotračnog kružnog raskrižja

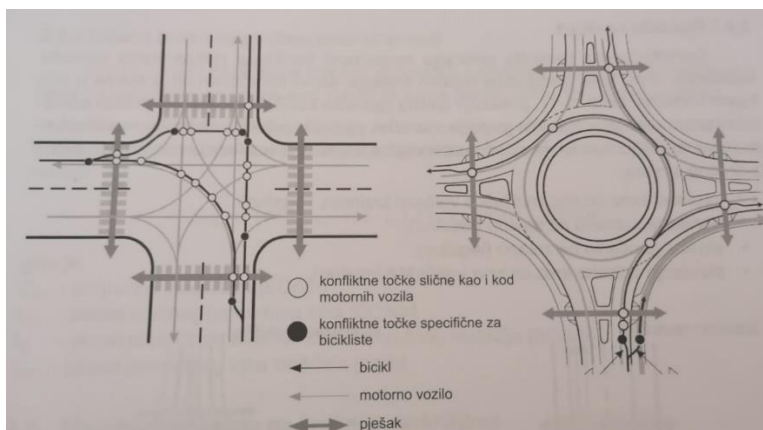
Izvor: Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.:
Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.15

Posljedice prometnih nezgoda na raskrižjima s kružnim tokom su drugačije od posljedica na klasičnim raskrižjima. Prometne nezgode u kružnim raskrižjima imaju blaže posljedice, odnosno u pravilu ne završavaju s poginulima ili teško ozlijeđenim osoba nego s lakše ozlijeđenima. U kružnim raskrižjima ne postoji nastanak frontalnog sudara. Najčešće prometne nezgode u kružnim raskrižjima su uglavnom nalijetanje stražnjeg vozila na prednje vozili ili bočni sudari pod ostrim kutovima.

5.2. SIGURNOST NEMOTORIZIRANOG PROMETA

Nemotorizirani promet uključuje promet pješaka, biciklista, osoba s invaliditetom i osoba smanjenje pokretljivosti. Sigurnost nemotoriziranog prometa očituje se u izvedbi razdjelnih otoka, primjeni prometne signalizacije i načinu vođenja pješačkog i biciklističkog prometa unutar kružnog raskrižja.

Kako bi se postigla preglednost nemotoriziranog prometa s motornim prometom, potrebna je izvedba križanja pješačkog i biciklističkog prometa s prometom motornih vozila pod pravim kutom. Pomoću toga, nemotorizirani promet je zaštićen pomoću razdjelnih otoka a konfliktne točke se pojavljuju samo na prijelazima za pješake i bicikliste (slika 21.).

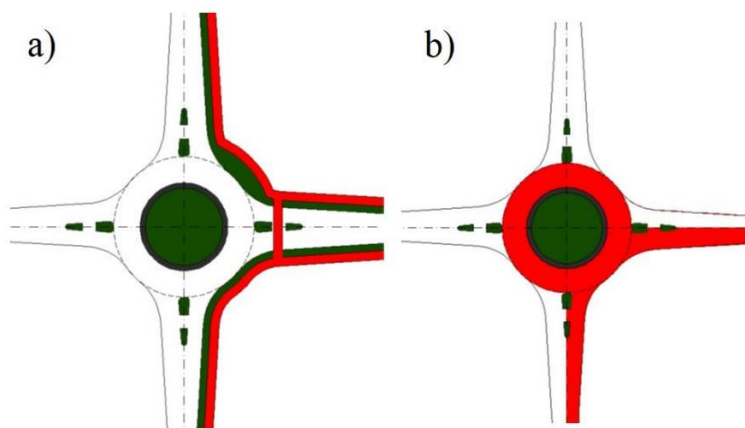


Slika 21. Usporedba konfliktnih točaka na semaforiziranom raskrižju i kružnom raskrižju

Izvor: Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.110

Kao što je prikazano na slici 19., konfliktne točke pješačkog prometa s motornim prometom su u dva slučaja, odnosno konflikti s motornim prometom koji ulazi i koji izlazi iz kružnog raskrižja. Promet biciklista se odvija se po desnoj strani ceste što dovodi do konfliktnih situacija preplitanja biciklističkih puteva s motornim prometom na svakom prilazu kružnog raskrižja. Kod slučaja kada se biciklisti kreću po dijelu koji je namijenjen pješacima, moguće je pojava konflikta bicikl – pješak. Postoje dva načina vođenja biciklističkog prometa unutar kružnog raskrižja, a to su:

- a) samostalno – biciklistički promet se odvija po biciklističkoj stazi
- b) zajedničko – na istim površinama se odvija promet motornih vozila i biciklističkog prometa (slika 22.).



Slika 22. Načini vođenja biciklističkog prometa unutar kružnog raskrižja

Izvor: Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: *Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.17

Samostalno vođenje biciklističkog prometa unutar kružnog raskrižja smatra se najsigurnijim načinom vođenja biciklista. Iako zahtjeva veće financijsko ulaganje i veći prostor za izvedbu biciklističkih staza, uvelike može doprijeti povećanju sigurnosti kružnog raskrižja.

Posebnu pažnju pri projektiranju i planiranju kružnog raskrižja treba posvetiti osobama s invaliditetom, smanjenje pokretljivosti i slabovidnim osobama kojima treba omogućiti siguran prolazak kroz kružno raskrižje. Za slabovidne osobe kružno raskrižje nije poželjno jer raskrižje ne posjeduje zvučne signale za vođenje prometa. Kako bi se osiguralo kretanje osoba s invaliditetom i osoba smanjenje pokretljivosti kroz raskrižje potrebna je sljedeća izvedba:

- prijelaz s nogostupa na razinu kolnika osigurati skošenjem rubnjaka
- na skošenom rubnjaku napraviti izvedbu taktilnog polja
- kod razdjelnih pješačkih otoka u razini kolnika označiti taktilne crte koje služe za vođenje slijepih i slabovidnih osoba.²⁵

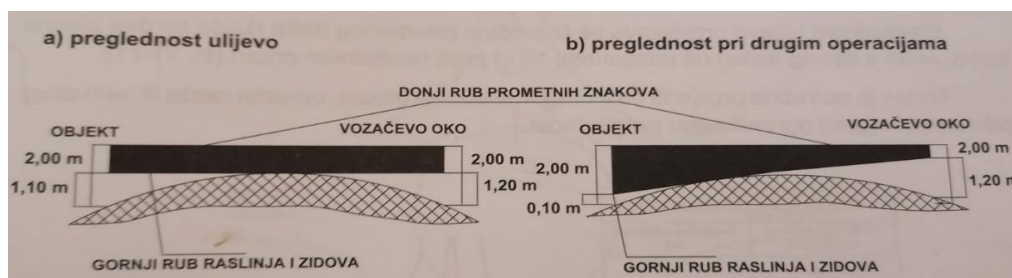
²⁵ Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: *Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014., p.18

5.3. OSIGURANJE PREGLEDNOSTI KRUŽNOG RASKRIŽJA

Jedan od glavnih zahtjeva pri projektiranju kružnog raskrižja jest osiguranje i provjera potrebne preglednosti raskrižja. Postoje dvije preglednosti u kružnom raskrižju:

- preglednost na ulazu u kružno raskrižje i oko središnjeg otoka
- preglednost pri ostalim prometnim operacijama (napuštanju kružnog raskrižja, kruženju kroz kružno raskrižje).²⁶

Kada vozač prilazi prepreci mora uočiti njezinu visinu i mora biti omogućena preglednost preko središnjeg otoka i pregledno polje ulijevo. Kao što je prikazano na slici 23., preglednost bi trebala biti omogućena od visine vozača (1,10 m) do visine prepreke (1,10 m). Polje preglednosti mora dostizati visinu do 2,0 m iznad kolnika. Pri ostalim prometnim operacijama od kolnika do donjeg ruba znaka prometni znakovi ne smiju se postavljati niže od 2,0 m. Visoko i gusto raslinje, prometna signalizacija i drugi uzdignuti elementi smiju se nalaziti unutar kružnog raskrižja samo ako ne smanjuju preglednost raskrižja. Rasvjetni stupovi i stabla smiju biti u preglednom polju samo ako su uži od 55 cm. Promet pješaka potrebno je izvesti tako da što manje utječu na smanjenje preglednosti.



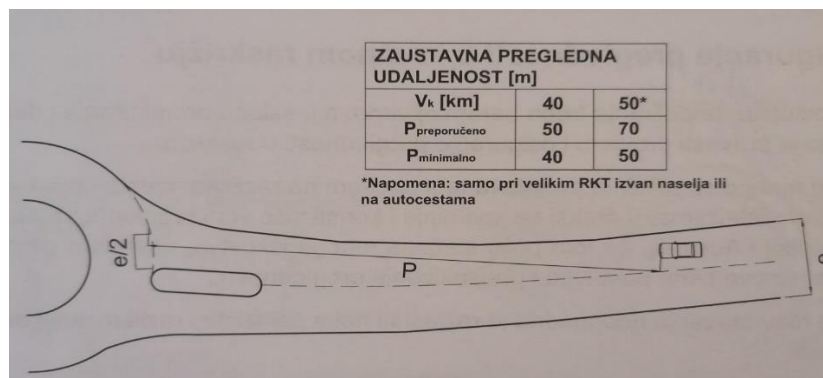
Slika 23. Preglednost na ulazu ulijevo i pri ostalim prometnim operacijama

Izvor: Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.111

5.3.1. ČELNA PREGLEDNOST NA ULAZU U KRUŽNO RASKRIŽJE

Osiguravanje zaustavne ili horizontalne čelne preglednosti [m] potrebno je radi vozačevog uočavanja sporne situacije prilikom njegovog približavanja kružnom raskrižju. Takva preglednost ovisi o brzini kretanja vozila koji se približava raskrižju. U slučaju da se čelna preglednost ne može osigurati, potrebno je upozoriti vozače na sporne situacije dodatnom prometnom signalizacijom.

²⁶ Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.110

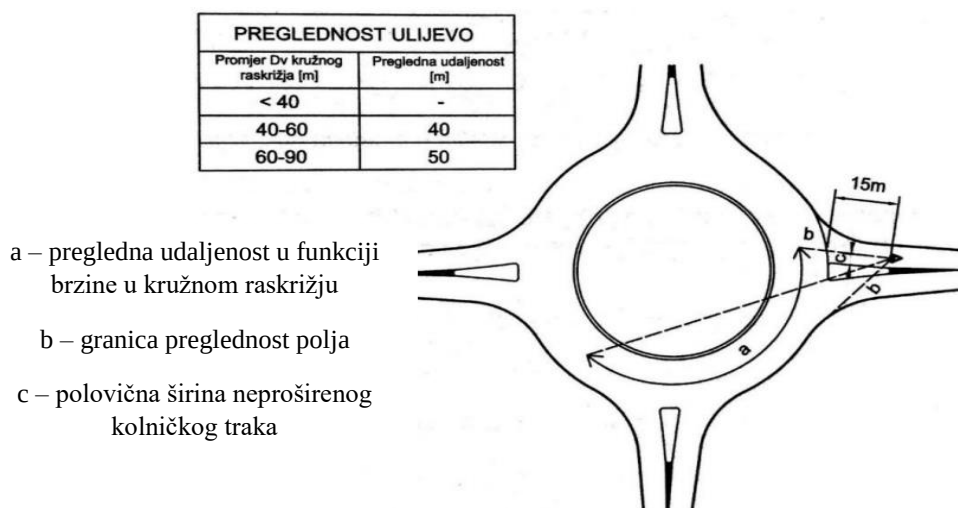


Slika 24. Čelna preglednost približavanja kružnom raskrižju

Izvor: Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.112

5.3.2. PREGLEDNOST ULIJEVO

Svim vozačima koji se približavaju tlocrtnoj oznaci za označavanje ruba kružnog kolnika mora se omogućiti pregled nad cjelokupnoj širini kružnog kolnika, od razdjelne crne na njihovu stranu do udaljenosti koja je potrebna za zaustavljanje, mjereno uzduž osovine kružnog kolnika (slika 25.). Provjera preglednosti ulijevo izvodi se iz sredine prometnog traka na udaljenosti od 15 m pred razdjelnom crtom, a u slučaju dva ulazna traka provjera se izvodi s lijevog traka.²⁷ U slučaju gdje su velike preglednosti kružnog raskrižja kod kojih je moguće razvijanje velikih brzina na ulazu u kružno raskrižje, ograničenje preglednosti se može postići sadnjom raslinja na središnjem otoku.



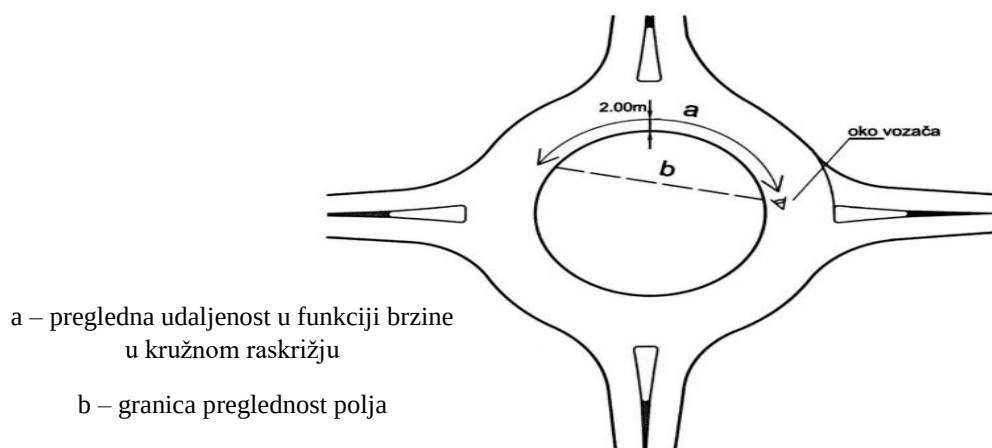
Slika 25. Preglednost ulijevo na ulazu u kružno raskrižje

Izvor: Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.112

²⁷ Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.112

5.3.3. PREGLEDNOST NA KRUŽNOM KOLNIKU

Sudionicima prometa potrebno je osigurati preglednost nad cjelokupnoj širini kružnog kolnika koji se nalazi ispred njih. Takvu preglednost nalazi se na udaljenosti koja odgovara veličini kružnog raskrižja te je potrebno provesti provjeru te preglednosti i to na udaljenosti u iznosu od 2 m od ruba središnjeg otoka (slika 26.).

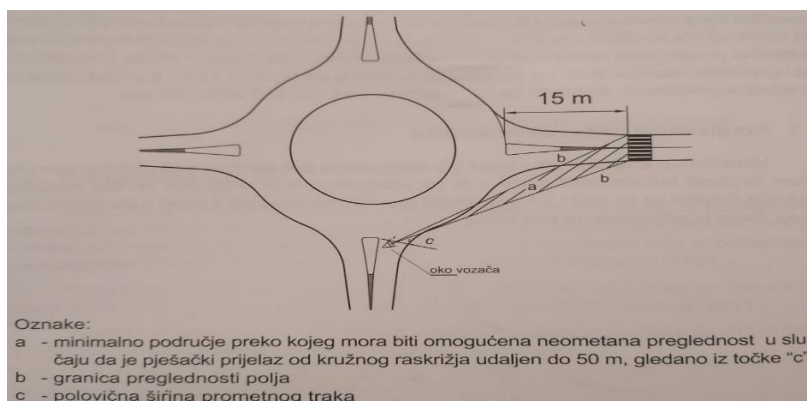


Slika 26. Preglednost na kružnom kolniku

Izvor: Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.113

5.3.4. PREGLEDNOST DO PJEŠAČKOG PRIJELAZA

Vozačima koji se približavaju pješačkom ili biciklističkom prijelazu mora se osigurati preglednost koja im omogućuje sigurno zaustavljanje pri brzini koja je dopuštena u kružnom raskrižju. Kod srednje velikih i malih raskrižja, ako je pješački prijelaz udaljen 50 m od kružnog raskrižja potrebno je osigurati preglednost nad cjelokupnoj širini pješačkog prijelaza na sljedećem izlazu vozačima koji stoje iza razdjelne crte.



Slika 27. Preglednost od ulaza kružnog raskrižja do pješačkog prijelaza na sljedećem izlazu

Izvor: Legac I.: *Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.114

6. RAZLOZI PRIMJENE KRUŽNIH RASKRIŽJA U SVRHU POVEĆANE SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

Kako se cestovna mreža uvelike proširila i razvila te se zbog ispreplitanja sve većeg broja prometnih pravaca povećao i broj konfliktnih točaka na raskrižjima. Kako bi se broj konfliktnih točaka smanjio uvela se izgradnja kružnih raskrižja koja nude brojne prednosti i mogućnosti za odvijanje sigurnog prometnog toka. U proteklih 20 godina u Hrvatskoj kao i u ostalim zemljama Europe broj raskrižja s kružnim tokom se uvelike povećao.

Kružna raskrižja u odnosu na klasična raskrižja imaju brojne prednosti od kojih su najvažnije povećanje propusne moći i sigurnost prometa. Još jedna od prednosti koje kružno raskrižje obilježava kao kvalitetno rješenje, a to je oblikovanje raskrižja. Njegov fizički i geometrijski oblik uvelike pomaže u smanjenju brzina i kutu ulaska u raskrižje čime se smanjuje broj konfliktnih točaka i posljedice prometnih nezgoda su blaže.

Najvažnija svojstva koja kružnom raskrižju daju prednost ispred klasičnih raskrižja su:

- visoki stupanj sigurnosti prometa (npr. lakše posljedice prometnih nezgoda)
- smanjenje vrijeme čekanja za ulazak u raskrižje
- velika propusna moć raskrižja
- jedno od najjeftinijih raskrižja po cijeni izvedbe.

Prednosti kružnog raskrižja u odnosu na ostala raskrižja su:

- uvelike povećana sigurnost prometa
- kraće vrijeme čekanja na privozima
- mogućnost propuštanja jačih prometnih tokova
- velika propusna moć raskrižja
- smanjenja buka i emisija štetnih plinova
- manje zauzimanje prostora
- manji troškovi održavanja za razliku od semaforiziranih
- dobro rješenje za raskrižja s više privoza (pet ili više)
- dobro uklapanje u krajobraz
- dobro rješenje za smirivanje prometa
- dobro rješenje za raskrižja s približnim jednakim prometnim opterećenjem na glavnim i sporednim prometnim smjerovima
- kontinuitet vožnje.

Nedostaci kružnih raskrižja su:

- loše rješenje kod slučaja s velikim intenzitetom prometa sa skretanjem u lijevo
- povećanjem broja kružnih prometnih trakova smanjuje se sigurnost raskrižja
- višetrako kružno raskrižje nije pogodno rješenje za raskrižja pored različitih ustanova i za osobe s posebnim potrebama zbog većeg broja privoza i vožnjama u kolonama
- problemi pri velikim intenzitetom pješačkog ili biciklističkog prometa
- produljenje putanja motornih vozila i pješačkog/biciklističkog prometa u odnosu na klasična raskrižja.

Iako kružno raskrižje može pružiti veći kapacitet prometa i malo zakašnjenje prolaska kroz raskrižje u odnosu su na klasična raskrižja, smanjenjem brzine kroz raskrižje smanjuju se i prometne nesreće kroz to raskrižje. Prema podacima MUP – a za 2019. godinu broj prometnih nesreća na kružnim raskrižjima je 503, od toga su 131 nesreće s ozlijeđenim osobama.²⁸ Iz priloženih podataka, vidljivo je da na kružnim raskrižjima nema nesreća s poginulim osobama, što dodatno potvrđuje sigurnost kružnog raskrižja.

Prometna infrastruktura uvelike ima veliki utjecaj na okoliš. Dobro projektirana i oblikovana kružna raskrižja utječu na smanjenje brzine kroz naselje i gradske ulice, buke, vremena čekanja na raskrižjima i sadnjom raslinja povećava se kvaliteta života u naseljenim područjima. Također, izgradnjom kružnog raskrižja postiže se ušteda na prostoru što doprinosi većem razvoju gradova i okolice.

Kružno raskrižje postaje žarišna točka prometa, a privozi odnosno sporedne ulice koje se ulijevaju u kružno raskrižje postaju zone smirenog prometa čime se povećava sigurnost svih sudionika prometa, a posebno nemotoriziranih sudionika. Pošto na kružnim raskrižjima nema posebnih trakova za lijeve i desne skretače, dionice između raskrižja se mogu oblikovati u zelene razdvojne pojaseve koji smanjuju učinak asfaltnih kolnika, daju vizualno ljepšu sliku raskrižja i stvaraju mogućnost razvijanja krajobraznog uređenja.

²⁸https://mup.gov.hr/UserDocsImages//statistika/2020/Pokazatelji%20javne%20sigurnosti//bilten_promet_2019.pdf

7. ZAKLJUČAK

Ovim radom analizirala se opravdanost izvedbe kružnog raskrižja sa stajališta sigurnosti prometa. Dolazi se do zaključka da su raskrižja s kružnim tokom jedna od boljih alternativnih rješenja. Gledano s aspekta sigurnosti prometa, kružno raskrižje ima brojne prednosti u odnosu na klasično raskrižje. S obzirom na povećanje motornog prometa u urbanim sredinama, kružno raskrižje može biti idealno rješenje zbog mnogih svojih prednosti. Pravilnom primjenom i dobrim oblikovanjem kružnog raskrižja, povećava se propusna moć čime se povećava usluga raskrižja, a stupanj sigurnosti je veći koji pridonosi smanjenju broja konfliktnih točaka.

Primjena kružnih raskrižja je na mjestima smanjenje sigurnosti prometa i na mjestima nedovoljne protočnosti prometnog toka. Uvođenjem kružnog raskrižja kao rješenje smanjit će se zagušenja prometa i povećat će se protočnost prometnog toka. Smanjenjem brzine na ulasku u kružno raskrižje smanjuje se mogućnost nastanka prometnih nezgoda i konfliktnih točaka. Također se smanjuje potrošnja goriva motornih vozila što se rezultira manjim emisijama štetnih plinova i zagađenje okoliša.

Prilikom projektiranja kružnih raskrižja najvažnije je osigurati sigurnost sudionika u prometu. Nakon analiziranja sigurnosti za sve sudionike u prometu pod koje spadaju nemotorizirani i motorizirani promet, dolazi se do zaključka da kružno raskrižje pruža najveću sigurnost sudionika u prometu. Kružna raskrižja se dobro estetski uklapaju u krajobraz, za uređenje kružnih raskrižja potreba su minimalna ulaganja. Rasvjetom, vertikalnom i horizontalnom signalizacijom i uređenjem, kružno raskrižje uvelike povećava sigurnost prometnog toka.

LITERATURA

KNJIGE:

1. Legac I.: Raskrižja javnih cesta: Cestovne prometnice II, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.
2. Cerovac V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
3. Božičević J., Topolnik D.: Infrastruktura cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1996.
4. Božičević J.: Cestovne prometnice, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
5. Deluka – Tibljaš A., Tollazzi T., Barišić I., Babić S., Šurdonja S., Renčelj M., Pranjić I.: Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja na državnim cestama, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2014.
6. Luburić G. Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I – radni materijal za predavanja, Zagreb, Fakultet prometnih znanosti, 2010.

ČLANCI:

7. Omazić I., Dimter S., Barišić I.: Kružna raskrižja – suvremeni način rješavanja prometa u gradovima. 2010.(1): 54-66;

INTERNETSKI IZVORI:

1. Hrvastke ceste. Preuzeto sa: https://hrvatske-cestes.hr/uploads/documents/attachment_file/file/113/Smjernice_kruzna_raskrizja_DO_DATAK_F.pdf [Pristupljeno: 20.7.2020.]
2. <https://safety.fhwa.dot.gov/intersection/innovative/roundabouts/fhwasa10006/fhwasa10006.pdf> [Pristupljeno: 2.8.2020.]
3. <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/00068/00068.pdf> [Pristupljeno: 16.8.2020.]

POPIS SLIKA

Slika 1. Primjer postavljanja vertikalne i horizontalne signalizacije u kružnom raskrižju.....	7
Slika 2. Postavljanje prometne signalizacije na privozu kružnog raskrižja izvan naselja.....	9
Slika 3. Postavljanje prometne signalizacije na privozu kružnog raskrižja u naselju.....	11
Slika 4. Postavljanje prometnih znakova za usmjeravanje prometa na kružnom raskrižju dviju državnih cesta.....	12
Slika 5. Izvan – urbano kružno raskrižje s razdjelnim otokom i prijelazom za pješake.....	13
Slika 6. Oblici razdjelnog otoka.....	14
Slika 7. Primjer kružnog raskrižja sa prijelazima za pješake i bicikliste.....	15
Slika 8. Prikaz odvodnje površinskih oborinskih voda.....	16
Slika 9. Postavljanje rasvjete u kružnom raskrižju s većim središnjim otokom.....	17
Slika 10. Provozni dio središnjeg otoka.....	18
Slika 11. Primjer krajobraznog uređenja kružnog raskrižja	20
Slika 12. Krajobrazno uređenje kružnog raskrižja u urbanom području.....	21
Slika 13. Primjer uređenja kružnog raskrižja sa spomenikom.....	22
Slika 14. Elementi kružnog raskrižja.....	24
Slika 15. Provjera provoznosti mjerodavnog vozila.....	26
Slika 16. Poprečni nagib ulaza, izlaza kružnog raskrižja i kružnog kolnika.....	26
Slika 17. Elementi privoza i stupanj zakrivljenosti putanja vozila.....	27
Slika 18. Dijagram odnosa prometa u kružnom raskrižju i propusne moći privoza.....	28
Slika 19. Mjesta ometanja prometnog toka u kružnom raskrižju.....	29
Slika 20. Konfliktne točke klasičnog četverokrakog i jednostranog kružnog raskrižja.....	34
Slika 21. Usporedba konfliktnih točaka na semaforiziranom raskrižju i kružnom raskrižju....	35
Slika 22. Načini vođenja biciklističkog prometa unutar kružnog raskrižja.....	36
Slika 23. Preglednost na ulazu ulijevo i pri ostalim prometnim operacijama.....	37
Slika 24. Čelna preglednost približavanja kružnom raskrižju.....	38
Slika 25. Preglednost ulijevo na ulazu u kružno raskrižje.....	38
Slika 26. Preglednost na kružnom kolniku.....	39
Slika 27. Preglednost od ulaza kružnog raskrižja do pješačkog prijelaza na slijedećem izlazu.....	39

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prometno – oblikovni elementi kružnih raskrižja.....	25
---	----



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.
Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.
Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.
Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada
pod naslovom **Opravedanost izvedbe kružnog raskrižja sa stajališta sigurnosti prometa**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 07.09.2020.

Student/ica:

Helena Klak

(potpis)